

HINNANG TEATAVATE ÕHUSAASTEAINETE RIIKLIKE HEITKOGUSTE
VÄHENDAMISE DIREKTIIVI 2016/2284 LISAS III TOODUD MEETMETE
RAKENDAMISE VÕIMALIKKUSELE EESTIS NING VASTAVATE
VÄHENDAMISE MEETMETE EFEKTIIVSUSE JA MAJANDUSLIKU
TÕHUSUSE ANALÜÜS

Aprill 2019

Analüüs viidi läbi Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ tellimusel.

Projektigrupi koosseis: Jelena Ariva, Ants-Hannes Viira (Eesti Maaülikool)

Analüüsi teostajad tänavad nõu ja abi eest: Allan Kaasik, Marko Kass (Eesti Maaülikool), Merilyn Möls, Regina Alber (Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ), Ann Riisenberg (Eesti Põllumajandus-Kaubanduskoda), Märt Riisenberg (Kehtna Mõisa OÜ).

Uuringu tulemuste kasutamisel palume viidata järgnevalt:

Ariva, J., Viira, A.-H. 2019. Hinnang teatavate õhusaasteainete riiklike heitkoguste vähendamise direktiivi 2016/2284 lisas III toodud meetmete rakendamise võimalikkusele Eestis ning vastavate vähendamise meetmete efektiivsuse ja majandusliku tõhususe analüüs. Analüüsi aruanne. Eesti Maaülikool, 2019.

Eesti Maaülikool
Majandus- ja sotsiaalinstituut
Maamajanduse ökonoomika õppetool
Kreutzwaldi 1, 51014 Tartu
Tel: +372 731 3014
E-post: mst@emu.ee
<http://www.ms.emu.ee>

Sisukord

Sissejuhatus	4
1. Hinnang teatavate õhusaasteainete riiklike heitkoguste vähendamise direktiivi 2016/2284/EL lisas III toodud meetmete rakendamise võimalikkusele Eestis	6
1.1. Kogu lämmastikuringet arvestav lämmastiku käitlemine	6
1.2. Kariloomade söötmise strateegiad.....	7
1.3. Vähesaastavad sõnnikulaotustehnikad	8
1.4. Vähesaastavad sõnnikuladustamistehnikad	10
1.5. Vähesaastavad loomapidamise süsteemid	12
1.6. Mineraalväetiste kasutamisest tekkivate ammoniaagi heitkoguste piiramise võimalused	12
1.7. Väikestele põllumajandusettevõtetele avalduva mõju ennetamine	13
2. Ammoniaagi heitmete vähendamiseks vajalike investeeringute analüüs	15
2.1. Sõnniku ladustamise tehnikad NH ₃ heitkoguste vähendamiseks	15
2.2. Vedelsõnniku laotustehnoloogia NH ₃ heitkoguste vähendamiseks.....	24
2.3. Mineraalväetiste laotustehnoloogiad NH ₃ heitkoguste vähendamiseks	26
Kokkuvõte ja järeldused	31
Kasutatud kirjandus	34
Lisa 1	36
Lisa 2	40
Lisa 3	43

Sissejuhatus

Vastavalt Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiivile (EL) 2016/2284, mis käsitleb teatavate õhusaasteainete riiklike heitkoguste vähendamist, peavad Euroopa Liidu (EL) liikmesriigid piirama oma aastaseid vääveldioksiidi (SO_2), lämmastikoksiidide (NO_x), lenduvate orgaaniliste ühendite (välja arvatud metaan), ammoniaagi (NH_3) ja eriti peenete osakeste ($\text{PM}_{2.5}$) inimtekkelisi heitkoguseid vastavalt riiklikele heitkoguste vähendamise kohustustele. Eesti riiklike heitkoguste vähendamise kohustuste täitmiseks koostatakse vastavalt direktiivile 2016/2284/EL teatavate õhusaasteainete heitkoguste vähendamise riiklik programm aastateks 2020–2030 (Õhusaasteainete vähendamise programm), milles kajastatakse direktiivi III lisa 2. osas sätestatud heitkoguste vähendamise kohustuslikud meetmed. Programmi võidakse lisada III lisa 2. osas toodud valikulisi heitkoguste vähendamise meetmeid või võrdväärse leevendava mõjuga meetmeid.

Õhusaasteainete vähendamise programmi koostamise aluseks on Eesti ja EL seadusandlus, riigisisese arengukavad ja valdkondlikud uuringud. Lisaks moodustati valdkondlikud töörühmad energeetika, tööstusprotsesside, transpordi, põllumajanduse ja lahusite valdkonnas, kuhu kuulusid asjaomaste huvirühmade esindajad. Koosolekute fookuseks oli saada sisendit Õhusaasteainete vähendamise programmi eesmärkide saavutamiseks seatavate konkreetsete meetmete välja töötamiseks, kinnitada valituks osutunud meetmed ning vastavalt meetmete rakendumisele kinnitada õhusaasteainete heitkoguste prognoosid. Põllumajanduse töörühm keskendus peaaesjalikult NH_3 heitkoguste vähendamismeetmetele¹, kuna ligi 90% NH_3 heitkogustest on pärit põllumajandusest.

Ammoniaagi heitkoguste vähendamiseks tuleb arvestada ajakohastatud ÜRO Euroopa Majanduskomisjoni juhenddokumendiga (2014) põllumajandusest pärineva ammoniaagi heitkoguste ennetamise ja vähendamise kohta (ammoniaagijuhend) ning kasutada parimat võimalikku tehnikat (PVT) kooskõlas direktiiviga 2010/75/EL. Eestis peavad PVT-d rakendama ettevõtted, millel on keskkonnakompleksloa omamise kohustus² (Rooma ja Valdmaa, 2007). Ammoniaagi heitkoguste kontrollimiseks kehtestatakse hea põllumajandustava (HPT) riiklik soovituslik juhend, mille puhul võetakse arvesse ÜRO Euroopa Majanduskomisjoni 2014. aasta HPT raamjuhendit ammoniaagi heitkoguste vähendamiseks (raamjuhend) ja mis hõlmab vähemalt järgmist (Direktiiv 2016/2284/EL):

1. lämmastiku (N) käitlemine, arvestades kogu lämmastikuringet;
2. kariloomade söötmise strateegiad;
3. vähesaastavad sõnnikulaotustehnikad;
4. vähesaastavad sõnnikuladustamistehnikad;
5. vähesaastavad loomapidamise süsteemid;
6. mineraalväetiste kasutamisest tekkinud ammoniaagi heitkoguste piiramise võimalused.

¹ Eesti on kohustatud vähendama NH_3 heitkogust mis tahes aastal alates 2020. aastast minimaalselt 1% võrra võrreldes 2005. aastaga (Direktiiv 2016/2284/EL).

² Vastavalt Vabariigi Valitsuse määruse 89 (RT I, 25.09.2018, 4) Alltegevusvaldkondade loetelu ning künnisvõimsused, mille korral on käitise tegevuse jaoks nõutav kompleksluba § 11: (1) Sea-, veise- ja linnukasvatuse alltegevusvaldkonnad ja künnisvõimsused, mille jaoks nõutakse kompleksluba, on: 1) kodulindude intensiivkasvatuse käitises linnukohtade arvuga üle 40 000 linnu; 2) sigade intensiivkasvatuse käitises kohtade arvuga rohkem kui 2000 seale kehamassiga üle 30 kg või 750 emisele; 3) veiste intensiivkasvatuse käitises, kus peetakse üle 400 piimalehma või üle 533 ammalehma või üle 800 noorveise, kelleks loetakse üle kaheksa kuu vanuseid lehmullikaid kuni poegimiseni ja üle kaheksa kuu vanuseid pulle. Kui ühes käitises kasvatatakse vähemalt kahte käesolevas punktis nimetatud veiste kategooriat, arvutatakse käitises peetavate veiste arv kokku, kasutades järgmisi koefitsiente: piimalehm 1,0; ammalehm 0,75; noorveis 0,5. Kompleksloa kohustuslikkus otsustatakse võrdluses piimalehmade jaoks sätestatud künnisvõimsusega.

Esimene Eesti HPT³ anti välja 2001. aastal Keskkonnaministeeriumi ja Põllumajandusministeeriumi koostöös. HPT koostamise kohustus lähtus EL direktiivist 91/676/EMÜ veekogude kaitsmise kohta põllumajandusest lähtuva nitraadireostuse eest. HPT teise väljaande (2007. a) koostamisel lähtuti 2006. aasta algul kehtinud õigusaktidest ja EL liikmesriikide analoogilistest dokumentidest. 2007. aastal välja antud teine HPT koosneb järgnevatest peatükkidest: (Rooma ja Valdmaa, 2007)

1. põllumajanduse ja keskkonnakaitse vahelised seosed;
2. eluslooduse kaitse ja maastike mitmekesisus;
3. veehoid;
4. muldade säästev kasutamine ja kaitse;
5. väetised ja väetamine;
6. sõnniku keskkonnasäästlik kasutamine;
7. nõuded silohoidlatele;
8. taimekaitse;
9. maakasutuse korraldus;
10. maaparandus;
11. reoveekäitlus põllumajanduses;
12. nitraaditundlik ala.

Kui võrrelda 2007. aasta HPT-d ja raamjuhendis toodud ammoniaagi heitkoguste vähendamise meetmeid, on näha, et vaatamata sellele, et HPT-s on põhjalikumalt käsitletud veereostuse vältimise ja vähendamise abinõusid, toetavad mitmed soovituslikud ja kohustuslikud HPT-s toodud nõuded ka ammoniaagi heitkoguste vähenemist (lisa 1).

Lisaks HPT-le aitavad NH₃ heitkoguseid vähendada nõuded, mis on toodud Veeseaduses (lisa 2) ning määruses Veekaitseabinõud väetise- ja sõnnikuhoidlatele ning siloladustamiskohtadele ja sõnniku, silomahla ja muude väetiste kasutamise ja hoidmise nõuded (lisa 3) (RT I, 04.07.2017, 50; RT I, 16.08.2016, 6).

Järgnevalt on analüüsitud teatavate õhusaasteainete riiklike heitkoguste vähendamise direktiivi 2016/2284/EL lisas III toodud meetme rakendamise võimalikkust Eestis.

³ HPT on põllumajanduse üldtunnustatud reeglistik, mis koosneb õigusaktidega määratud keskkonnanõuetest ja soovituslikest (vabatahtlikest) juhistest (Rooma ja Valdmaa, 2007).

1. Hinnang teatavate õhusaasteainete riiklike heitkoguste vähendamise direktiivi 2016/2284/EL lisas III toodud meetmete rakendamise võimalikkusele Eestis

1.1. Kogu lämmastikuringet arvestav lämmastiku käitlemine

Raamjuhendi (Framework Code ..., 2015) ja ammoniaagijuhendi (Guidance document ..., 2014) järgi on võimalik NH_3 heitkoguseid vähendada, kui võtta kasutusele kogu lämmastikuringet arvestav lämmastiku (N) käitlemine, mis suurendab N kasutamise efektiivsust ning vähendab selle kadu nii NH_3 kui ka teiste keemiliste ühendite kujul (eelkõige väheneb N ülejääk). Selleks, et tõsta N kasutamise efektiivsust on tarvis koostada iga-aastaselt N bilanss (*balance*)⁴ või eelarve⁵ (*budget*). N bilansside rakendamine NH_3 heitkoguse vähendamise seisukohalt oleks kõige efektiivsem suure loomkoormusega farmides.

Vastavalt direktiivile 2016/2284/EL võib Eesti kehtestada riikliku N bilansi, et jälgida põllumajanduses muutusi reaktsioonivõimelise N (sh ammoniaak, lämmastikoksiid, ammoonium, nitraadid ja nitritid) üldkaos, võttes aluseks ÜRO Euroopa Majanduskomisjoni juhenddokumendis N bilansi kohta sätestatud põhimõtted.

Osaliselt on kogu lämmastikuringet arvestavad N käitlemise põhimõtted kirjas Eesti HPT-s (lisa 1) ning Veeseaduses (põlluraamatu pidamise kohustus, lisa 2). N bilansi kalkuleerimine ning N kasutamise efektiivsuse hindamine ja suurendamine nõuab teadmisi, tehnoloogiat, kogemust, planeerimist ja järelevalvet. Selles osas on võimalik kasutada teiste riikide, nt Taani eeskujul, kus on avaldatud nii selle meetme detailsemaid kirjeldusi ja seda meedet puudutavaid uurimusi (nt Dalgaard, Børgesen et al., 2004; Hutchings, Nielsen et al., 2014; Dalgaard and Cordovil, 2017; Innovative solutions ..., 2017; Overview of the Danish ..., 2017; Nordic nitrogen and agriculture, 2017). Samuti tuleb luua ühtne IT-platvorm lämmastiku sisendite ja väljundite registreerimiseks. Ammoniaagijuhendi järgi on riikliku eelarve koostamise kulud sõltuvalt andmete ja statistika olemasolust vahemikus 10 000 kuni 100 000 eurot aastas (sellele lisanduvad veel koolitamine, arendamine ja käivitamisega seotud kulud⁶).

N bilansi loomine on aeganõudev ja kulukas protsess (lisaks sellele on vajalik tootjate ettevalmistamine ja valmisolek N käitlemise ja toodangu andmete registreerimiseks ning vastav andmete kogumise ja analüüsimise platvorm) ning seda tuleb rakendada koordineeritult. Esimeste tulemuste ootamine võtab keskmiselt 5 aastat, kuna ammoniaagijuhendi järgi on viieaastane periood vajalik selleks, et võtta arvesse ilmaolude muutuste või ettenägematute kahjude mõju erinevate aastate lõikes (Guidance document ..., 2014).

Selleks, et paremini aru saada, kuidas oleks optimaalne võtta kasutusele kogu lämmastikuringet arvestav N käitlemise süsteem, tuleks uurida nt Taani ja Hollandi N käitlemist puudutavat seadusandlust, rakendusmehhanisme ja tulemusi. Lisaks on oluline välja selgitada, millised on Eesti praegused ja tulevased võimalused N ringe jälgimiseks.

⁴ Lämmastiku bilansse on erinevaid: 1) kogu N bilanss = kõik N sisendid (mulda) – N väljundid (N koristatud põllukultuurides); 2) mullapinna N bilanss = kõik N sisendid (mulda) – N väljundid (N koristatud põllukultuurides), aga võetakse arvesse, et loomapidamissüsteemidest ja sõnnikuhoidlatest lendub NH_3 ehk selle N koguse võrra korrigeeritakse bilanssi; 3) taluvärava N bilanss = kõik N sisendid – kõik N väljundid majapidamisest; 4) talumajapidamise N bilanss = kõik N sisendid – kõik N väljundid majapidamisest, aga sisendite hulka kuulub ka atmosfääriline sadestumine (nii taastatud kui ka oksüdeeritud N ühendid) ja bioloogiline N_2 fikseerimine/sidumine.

⁵ Sageli eristatakse N sisendite-väljundite bilansse ja N sisendite-väljundite eelarveid. Bilanss ja eelarve võtavad arvesse samu sisendeid. Peamine erinevus nende vahel seisneb selles, et bilanss arvestab N väljundit ainult koristatud/turustatud toodetes, samal ajal kui eelarve võtab arvesse nii N väljundit koristatud/turustatud toodetes kui süsteemis toimuvaid kadusid. Seega, eelarve võtab arvesse kõiki N voogusid, sh ka N lendumist ja leostumist.

⁶ Guidance document ..., 2014, punkt 46, lk 23.

1.2. Kariloomade söötmise strateegiad

Kariloomade söötmise strateegiad põhinevad printsiibil, et söödaratsioon peab vastama loomade vajadustele, tagama neile hea tervise ja heaolu. Sööda kvaliteedist ja koostisest sõltuvad loomade seedimine, toodangu kogus ja kvaliteet ning väljaheidete koostis ja sellest tulenevalt ka NH₃ heitkogused. NH₃ heitkogust on võimalik vähendada, kui vähendada toorproteiini osatähtsust söödaratsiooni kuivaines vastavalt looma liigile ja arengufaasile (st tootmisfaasile). Hinnanguliselt on Eestis piimalehmade toorproteiini sisaldus söödaratsiooni kuivaines 140-155 g/kg KA-s (piimatoodangu 25-37 kg/päev juures) ehk 14-15,5%, mis jääb keskmise soovitusliku toorproteiini sisalduse vahemikku (tabel 1). Antud hinnang ei tugine ulatuslikul statistikal, samuti mõjutab veiste puhul söödaratsiooni koostist ja kvaliteeti suurel määral põhisööda (silo) koostis ja kvaliteet, mis varieerub suurel määral, sõltuvalt rohumaa liigilisest koosseisust, niitest, ilmastikust, silo tegemise protsessist jm teguritest. Seetõttu on keeruline hinnata, mil määral on võimalik vähendada kariloomade söödaratsiooni kuivaines toorproteiini sisaldust raamjuhendi või ammoniaagijuhendi soovitusliku protsendini (tabel 1). (Guidance document ..., 2014; Framework Code ..., 2015) Lähtuvalt sellest ei ole direktiivi 2016/2284/EL III lisa 2. osas valikulise meetmena sätestatud vähese proteiinisaldusega sööda strateegiate, mille puhul on tõestatud, et NH₃ heitkoguseid vähendatakse ammoniaagijuhendis kirjeldatud standardmeetodiga võrreldes vähemalt 10% võrra, kasutusele võtmine praegu Eestis võimalik.

Tabel 1. Kuivsööda (standardse kuivainesisaldusega 88%) soovituslik toorproteiini sisaldus (%) kuivaines vastavalt loomade kategooriale ja tootmisfaasile

Looma- ja linnuliik	Kategooria	Tootmisfaas	Keskmine soovituslik toorproteiini sisaldus loomasöödas, %
Veised	Piimalehmad	Varajane laktatsioon	15-16
	Piimalehmad	Hiline laktatsioon	12-14
	Karjatäiendusmullikad		12-13
	Nuumveised	Vasikad (vasikaliha tootmine)	17-19
		Nuumveised < 3 kuud	15-16
		Nuumveised > 6 kuud	12
Sead	Võõrdepõrsad	< 10 kg	19-21
		< 25 kg	17-19
	Nuumsead	25-50 kg	15-17
		50-110 kg	14-15
		110-170 kg	11-12 (koos spetsiifiliste aminohapetega nagu lüsiin ja trüptofaan)
	Emised		13-14 (ilma spetsiifiliste aminohapeteta)
		Tiined	13-15
		Imetavad	15-17
Kodulinnud	Broilerid	Noorlind (<i>Starter</i>)	20-22
		Kasvufaasis (<i>Grower</i>)	19-21
		Lõppnuum (<i>Finisher</i>)	18-20
	Munakanad	18-40 nädalat	15,5-16,5
		40+ nädalat	14,5-15,5
	Kalkunid	< 4 nädalat	24-27
		5-8 nädalat	22-24
		9-12 nädalat	19-21
		13+ nädalat	16-19
		16+ nädalat	14-17

Allikas: Framework Code ... (2015)

Selle meetme rakendamise potentsiaali põhjalikumaks hindamiseks on vaja konsulteerida söötmisteadlaste ja -konsulentidega ning loomapidamisega tegelevate ettevõtjatega. Mõõtmine eeldaks farmides kasutatavate söötade koguste ja koostise info regulaarset kokku kogumist, mis on tõenäoliselt komplitseeritud tegevus. Praegu pole selleks ka sobivat IT-platvormi.

Seakasvatustes on võimalik mineraalses täiendsöödas asendada kaltsiumkarbonaat (CaCO₃) kaltsiumsulfaadi (CaSO₄), kaltsiumkloriidi (CaCl₂) või kaltsiumbensoaadiga, mis vähendab

vedelsõnniku pH taset ja vastavalt ka NH_3 emissiooni. Ka bensoehape, mis on happelisuse regulaator E210 ja on lubatud EL-s (toodab registreeritud firma Vevovital), lisamine söödale vähendab sigade sõnniku pH taset ja NH_3 heitkogust. CaCO_3 asendamine bensoehappega oleks I kategooria⁷ meede sigade eelnuumamise etapis. (Guidance document ..., 2014) Hetkel ei ole teada, kui palju seda kasutatakse seakasvatustes. Tuleks uurida, kui palju kasutatakse CaCO_3 -i ja kui kiiresti saaks selle asendada ammoniaagijuhendis soovituslike ainetega.

Kolmandaks NH_3 heitkoguse vähendamise võimaluseks on ammoniaagijuhendis pakutud kariloomade aastaringne karjatamine, mis ei ole Eestis levinud (kui on, siis lihaveise- ning lamba- ja kitsekasvatustes, mitte piimalehmade pidamisel). Eesti tingimustes ei ole aastaringne karjatamine ka võimalik ega mõistlik arvestades sellega, et lisaks veeseadusest tulevatele nõuetel tuleb karjatamisel keskkonnariskide vältimiseks rakendada erinevaid HPT-I põhinevaid lahendusi nagu keskkonnariske arvestav asukohavalik; intensiivses kasutuses alade asukohtade vahetamine karjatamisperioodil; alade spetsiaalne ettevalmistus (aluspõhi, katus) lekete vältimiseks ja sõnniku eemaldamise lihtsustamiseks; piisavas koguses allapanu kasutamine ning tekkivate sõnniku ja söödajäätmete regulaarne eemaldamine. (Guidance document ..., 2014; Framework Code ..., 2015; ELLE OÜ, 2015) Kuna Eesti riikliku kasvuhoonegaaside 2018. aasta inventuuri põllumajanduse valdkonna andmetel tekib/asub 39,6% kaheaastaste ja vanemate piimalehmade sõnnikust karjamaal (Estonia's NIR, 2018), saab öelda, et Eestis karjatatakse loomi ainult umbes viis kuud aastas. Seejuures ei ole teada ja tuleb uurida, kui suur on ööpäevaringse karjatamise osatähtsus Eestis. Samuti tuleb uurida, kas ja kui palju karjatatakse aastaringselt ja mis tingimustes.

1.3. Vähesaastavad sõnnikulaotustehnikad

Sõnnikulaotustehnikatel on suur mõju NH_3 heitkoguse vähenemisele, kuna sõnniku laotamine on tavaliselt sõnniku käitlemise viimane etapp ja saastavate sõnnikulaotustehnikate kasutamisel võib vähesaastavate loomapidamise süsteemide ja sõnnikuladustamistehnikate kasutamisel saavutatud NH_3 heitkoguse vähenemise efekt kaduda, sest vähesaastavate loomapidamise süsteemide ja sõnnikuladustamistehnikate kasutamisel talletatud N lendub atmosfääri NH_3 kujul. Ehk siis suur osa eelnevast tööst NH_3 heitkoguse vähendamiseks läheb saastavate sõnnikulaotustehnikate kasutamisel raisku.

Nii raamjuhend, kui ka ammoniaagijuhend soovivad võtta kasutusele järgmised vähesaastavad sõnnikulaotustehnikad, mis on kõik I kategooria meetodid:

- vedelsõnniku lintlaotamine mullapinnale kasutades lohisvoolikut või lohiskinga;
- avatud lõhega vedelsõnniku injektsioon;
- suletud lõhega vedelsõnniku madal või sügav injektsioon;
- pinnalekantud tahesõnniku ja vedelsõnniku muldaviimine/sisseküünd (võimalikult kiiresti);
- läga lahjendamine (vähemalt 50%) mulda sisseviimisel madala rõhuga niisutussüsteemi abi;
- pinnalekantud tahesõnniku muldaviimine/sisseküünd (võimalikult kiiresti).

Direktiivi 2016/2284/EL III lisa 2. osas sätestatud valikulised meetmed on lubatud, kui kasutatakse meetodeid, millega vähendatakse heitkoguseid ammoniaagijuhendis osutatuga võrreldes vähemalt 30%, täites järgmisi tingimusi:

- üksnes tahe- ja vedelsõnniku laotamine vastavalt väetatava põllukultuuri või rohumaa eeldatavale N ja P vajadusele, võttes arvesse ka mulla olemasolevat toitainete sisaldust ja muudest väetistest pärinevaid toitaineid;
- tahe- ja vedelsõnnikut ei laotata, kui väetatav maa on veega küllastunud, üle ujutatud, külmunud või lumega kaetud;

⁷ Ammoniaagijuhendis on NH_3 emissiooni vähendamise meetodid ja strateegiad grupeeritud kolme kategooriasse. I kategooria meetodid on väga hästi uuritud, neid on võimalik rakendada ja nende efektiivsus on tõestatud vähemalt eksperimentaalsel tasemel. II kategooria meetodid on perspektiivsed, kuid ei ole hetkel piisavalt hästi uuritud, nende efektiivsust on raske kvantitatiivselt hinnata. III kategooria meetodite puhul puudub informatsioon nende efektiivsuse kohta. (Guidance document ..., 2014)

- vedelsõnnikut laotatakse rohumaaale kasutades lohisvoolikut (NH₃ emissioonid vähenevad 30-35%), lohiskinga (NH₃ emissioonid vähenevad 30-60%), madalat (NH₃ emissioonid vähenevad 80%) või sügavat (>kui 15 cm, NH₃ emissioonid vähenevad 90%) injektsiooni;
- põllumaale laotatud tahe- ja vedelsõnnik viiakse mulda 4 h jooksul pärast laotamist.

Ammoniaagijuhendis on standardmeetodiks töötlemata sõnniku laotamine suvalisel ajal (st arvestamata ilmastikutingimusi, millal on NH₃ emissioon minimaalne). Võrreldes sellega vähendavad kõik meetodid NH₃ emissiooni vähemalt 30%. Direktiivi valikulised meetmed on Eestis juba osaliselt kasutusele võetud vastavalt HPT-s (vt lisa 1, peatükk Väetised ja väetamine), Veeseaduses (lisa 2) ning määruses Veekaitsenõuded väetise- ja sõnnikuhoidlatele ning siloladustamiskohtadele ja sõnniku, silomahla ja muude väetiste kasutamise ja hoidmise nõuded (lisa 3) toodule.

Kõik need meetodid, va vedelsõnniku lahjendamine, on Eestis rakendatavad (kuid tuleb siiski arvestada ammoniaagijuhendis toodud piirangutega). Vajalik on vastava tehnika olemasolu, ja tuleb arvestada põllumaa/rohumaa mullaharimise ja põllumajanduskultuuride kasvufaasi ning ka töötaja planeerimise vajadusega. Vedelsõnniku lahjendamine sobib ainult seal, kus kasutatakse niisutust. Eestis oli põllumajanduskultuuride niisutatud pind 2016. aastal ca 6 korda suurem kui 2010. aastal (2010. aastal 326 ha, mis moodustas 0,03% kogu kasutatud põllumajandusmaast, 2016. aastal vastavalt 1934 ha ja 0,19%) (ES, 2018), kuid niisutatud põllumajandusmaad on Eestis sedavõrd vähe, et selle meetodi kasutamise mõju oleks väike. Kõige efektiivsemad oleksid vedelsõnniku injektsioon (NH₃ heitkoguse vähenemine 70-90%) ja sõnniku (tahke ja vedela) võimalikult kohene muldaviimine (NH₃ heitkoguse vähenemine 90%; kui 4 h jooksul, siis 45-65%). (Guidance document ..., 2014; Framework Code ..., 2015)

Raamjuhendis on lisaks välja pakutud meetod, mida ei ole ammoniaagijuhendis – vedru- või piikultivaatorite kasutamine sõnniku muldaviimiseks põllumaal (*Arable injectors: these are based on spring or rigid-tine cultivators and are for use on arable land only*). Raamjuhendis toodud lägalootuse ajastamise süsteemid (*application timing management systems*) ja läga hapestamine (*acidification of slurry*) on ammoniaagijuhendis II kategooria meetodid, mille kasutamise tõhusust tuleb veel tõestada.

Statistikaameti andmetel kasutati Eestis 2016. aastal kõige rohkem järgmisi sõnniku laotamise viise: paisklaotus mullaga segamisel 4 h jooksul, paisklaotus mullaga segamisel pärast 4 h ning paisklaotus mullaga segamata (tabel 2). Sõnniku paisklaotus mullaga segamata on ammoniaagijuhendi järgi standardmeetod, mis tähendab, et arvestatav arv põllumajanduslike majapidamisi kasutab meetodit, mis põhjustab 40-60% NH₃ heitkoguse tekkest ammoniumlämmastikust. Samal ajal vähesaastavate sõnnikulaotustehnikate (lohisvoolik ja lohisking laotus ning injektorlaotus) vähene kasutamine näitab, et nende meetmete kasutuselevõtmine aitaks vähendada NH₃ heitkogust.

Tabel 2. Sõnniku laotamise viis ja laotatud sõnniku osatähtsus põllumajanduslikes majapidamistes 2016. aastal

Sõnniku laotamise viis	Vastava sõnniku laotamise viisi abil laotatud sõnniku osatähtsus					
	Sõnnikut ei laotatud	Alla 25%	25-<50%	50-<75%	75-<100%	100%
Põllumajanduslike majapidamiste arv						
Paisklaotus mullaga segamisel 4 h jooksul	14 857	81	92	112	82	856
Paisklaotus mullaga segamisel pärast 4 h	14 125	78	154	178	80	1 464
Paisklaotus mullaga segamata	14 183	63	96	162	68	1 506
Lohisvoolik laotus	15 980	3	11	9	11	65
Lohisking laotus	16 050	2	6	6	0	16
Madala või avalõhega laotus	15 955	17	13	9	8	77
Sügava või sulglõhega laotus	15 959	4	14	13	17	71

Allikas: ES, 2018

Samas, Kaasiku ja Mölsi (2018) andmetel (tabel 3) kasutati veiste sõnniku puhul peamiselt lohisvooliklaotust, muldaviimisega vähem kui 12 h jooksul (57%) ning tahesõnniku paisklaotust, muldaviimisega vähem kui 12 h jooksul (29,6%). Sigade sõnnik laotati peamiselt (90,2% sõnnikust) lohisvoolikuga (muldaviimine toimus vähem kui 12 h jooksul) ning lindude sõnniku puhul kasutati paisklaotust (muldaviimine toimus vähem kui 12 h jooksul). Ka see uuring näitas, et injektorlaotust, mis

on üks efektiivsemaid meetodeid NH₃ heitkoguse vähendamiseks, kasutatakse Eestis veel suhteliselt vähe. Antud meetodi perspektiivikust kinnitab ka see, et turul on mitmeid teenusepakkujaid⁸ ning ka mitmed suuremad põllumajandusettevõtted on selle tehnoloogia kasutusele võtnud (Lillemets jt, 2018).

Tabel 3. Sõnniku jaotumine laotamisviiside lõikes 2015. aastal, t/aasta (%)

Looma liik	Loomade koguarv	Paisklaotus, tahesõnnik, muldaviimine < 12 h		Paisklaotus, vedelsõnnik, muldaviimine < 12 h		Lohisvooliklaotus muldaviimine < 12 h		Avatud lõhega injektorlaotus		Suletud lõhega injektorlaotus	
		t	%	t	%	t	%	t	%	t	%
Veised	256 200	878 342	29,6	112 152	3,8	1 694 834	57,1	276 195	9,3	9 207	0,3
Sead	304 500	12 495	7,0			160 572	90,2	4 961	2,8		
Linnud	2 161 800	41 130	100,0								

Allikas: Kaasik ja Möls, 2018

Veeseaduse nõuetest tulenevate põllumajandustootjate investeeringuvajaduste analüüsist (Lillemets jt, 2018) selgus, et küsitletud põllumajandustootjad omasid peamiselt üht liiki vedelsõnniku laotamistehnikat. Valdavalt omatakse vedelsõnniku pindlaotustehnikat: 41%-l küsitletud tootjatest on lohislaotur ja 25%-l on paisklaotur. Sügavsisestuslaoturit või sulglõhesisestuslaoturit (injektorlaoturid) omasid 18% küsitletud tootjatest. 14%-l oli avalõhesisestuslaotur (injektorlaotur). Survelaotur oli ainult 1%-l tootjatest, 3%-l oli randaaliga paisklaotur ning 18% küsitletud põllumajandustootjatest ei omanud üldse laotamistehnikat.

Vähesaastavate sõnnikulaotustehnikate rakendamiseks on vajalik uurida, kui palju põllumajandustootjaid kasutab neid meetodeid ja kui suur on iga tehnika puhul laotatava sõnniku osakaal. Samuti tuleb uurida, milline on põllumajandustootjate valmisolek (tehnika, aeg, tööjõud) nende meetmete kasutusele võtmiseks. Praegu on vähesaastavate sõnnikulaotustehnikate vähene kasutamine seotud vajaliku tehnika puudumisega. Vähesaastavate sõnnikulaotustehnikate kiirem kasutuselevõtt vajab põllumajandustootjate poolseid investeeringuid ja kuna otsene majanduslik kasu on sellest vähene, siis ka riigipoolset investeeringutoetust.

1.4. Vähesaastavad sõnnikuladustamistehnikad

Vähesaastavad sõnnikuladustamistehnikad põhinevad ühel või mitmel eeldusel: sõnnikuhoidla pinna pindala vähendamine, millelt võib tekkida NH₃ emissioon (näiteks sõnnikuhoidlate katmisel, nende sügavuse suurendamisel ja kooriku tekkimise soodustamisel); NH₃ emissiooni intensiivsuse vähendamine sõnniku pH taseme ja ammooniumi (NH₄) kontsentratsiooni alandamisel; ladustatud sõnniku oleku minimaalne rikkumine aeratsiooni vältimiseks. (Guidance document ..., 2014)

Ammoniaagijuhendi I kategooria sõnniku ladustamise meetodid on:

- tihe (hermeetiline) kaas, katus või kate;
- ujukate;
- hoiukotid;
- loomulik koorik;
- kergkruusa kate (*Light expanded clay aggregates (LECA)*) ja nn Hexa-kate (*Hexa-cover*);
- laguunide asendamine paakide ja rõngasmahutitega.

Direktiivi 2016/2284/EL III lisa 2. osas sätestatud valikuliste meetmete hulka kuuluvad:

- alates 1. jaanuarist 2022 ehitatavates vedelsõnnikuhoidlates hoiusüsteemide või -meetodite kasutamine, mille puhul on tõestatud, et NH₃ heitkoguseid vähendatakse ammoniaagijuhendis kirjeldatud standardmeetodiga võrreldes vähemalt 60% ja olemasolevate vedelsõnnikuhoidlate puhul vähemalt 40%;
- tahesõnnikuhoidlate katmine;

⁸ Näiteks: <http://impeerium.ee/agroteenused/>, <http://www.agriland.ee/teenused/51-teenused/179-lagalaotus>, <http://www.balticagro.ee/teenused-masinatega>

- põllumajandustootjate sõnnikuhoidlate piisav mahutavus, et laotada sõnnikut ainult põllukultuuride kasvuks sobivatel ajavahemikel.

Need meetmed on kõik rakendatavad ka Eestis, kuid küsimus on selles, millised meetodid vastavad põllumajandustootjate vajadustele ja võimalustele. Kõige efektiivsemad (ja kallimad) meetodid on tihe/hermeetiline kaas/katus/kate (NH_3 heitkogused vähenevad 80%) ja hoiukotid (NH_3 heitkogused vähenevad 100%). Ujuvkatte ning *LECA* ja *Hexa-cover* vähendavad HN_3 emissiooni 60% võrra. Laguunide asendamine kaetud paakide või kõrgete avatud mahutitega vähendab NH_3 emissiooni 30-60%, kuid eeldab uute vedelsõnnikuhoidlate ehitamist, mis on kulukas. Kõikide meetodite puhul tuleb arvestada ammoniaagijuhendis toodud piirangutega. (Guidance document ..., 2014; Framework Code ..., 2015) Need meetodid sobivad ka valikuliste meetoditena, kuid esmalt tuleb teha kindlaks, millised sõnniku ladustamise meetodid on praegu kasutusel. Näiteks, kui on katteta vedelsõnnikuhoidlad, siis sobivad tihe (hermeetiline) kaas, katus või kate (heitkogused vähenevad 80%) või ujuvkate (heitkogused vähenevad 60%). *LECA* ja *Hexa-cover* sobivad seakasvatatajatele (heitkogused vähenevad 60%) ning hoiukotid väikestele majapidamistele-loomakasvatatajatele (heitkogused vähenevad 100%). Ajaliselt on reserv olemas, et nõuda alates 2022. aastast ehitatavates vedelsõnnikuhoidlates vähesaastavate sõnnikuladustamistehnikate kasutamist.

Samuti on raamjuhendis soovitatud vedelsõnniku hoidlatest NH_3 heitkoguse vähendamiseks kasutada ujuvat koorikut, mis tekib, kui mahutites või settetiikides lisada lägale õlgi, graanuleid või teisi ujuvaid materjale ja võib vähendada emissiooni 40% võrra kuna tekib tehiskoorik, kuid ammoniaagijuhendis on see II kategooria meetod. (Guidance document ..., 2014; Framework Code ..., 2015) Eestis on põllumajandustootjad⁹ eksperimenteerinud kergkruusa graanulite lisamisega, kuid see on põhjustanud pumpade jt seadmete rikkeid.

Tahesõnnikuhoidlate katmine, mis on kirjas raamjuhendis NH_3 heitkoguste vähendamise meetmena, on ammoniaagijuhendis II kategooria meetod. Kõige efektiivsem on mõlema juhendi järgi plastikkate (*plastic sheeting*), mis võimaldab vähendada NH_3 heitkogust 60%. See meetod on pakutud valikulisena ka direktiivi 2016/2284/EL III lisa 2. osas. Eestis oleks see rakendatav.

Eestis on põllumajandusettevõtete sõnnikuhoidlate mahutavuse nõue (nn 8 kuu nõue) kirjas nii Veeseaduses (lisa 2) kui ka määruses Veekaitse nõuded väetise- ja sõnnikuhoidlatele ning siloladustamiskohtadele ja sõnniku, silomahla ja muude väetiste kasutamise ja hoidmise nõuded (lisa 3), mis tähendab, et Eestis on see meetod juba võetud kasutusele.

Statistikaameti andmetel (tabel 4) oli Eestis 2010. aastal ainult 18,7% tahesõnnikuhoidlatest kaetud. Vedelsõnnikuhoidlad oli kaetud 51,3%-l põllumajanduslikel majapidamistel ja virtsahoidlad 78,2%-l. Kuid andmed on suhteliselt vanad ja ei peegelda praegust (2018. aasta) olukorda. Samuti ei ole teada, millise kattega sõnnikuhoidlad 2010. aastal kaetud olid. Kaasiku ja Mölsi (2018) uuring näitab, et 2015. aastal kasutati enamasti loomuliku koorikuga sõnnikuhoidlaid (tabel 5). Seega, nii raam- kui ka ammoniaagijuhendis soovitatavate meetodite kasutuselevõtmine aitaks märkimisväärselt vähendada sõnnikuhoidlatest pärineva NH_3 heitkogust.

Tabel 4. Sõnnikuhoidlate liigid põllumajanduslikes majapidamistes Eestis 2010. aastal

Tahesõnnikuhoidla	..kaetud tahesõnnikuhoidla	Vedelsõnnikuhoidla (sh biotiik)	..kaetud vedelsõnnikuhoidla	Virtsahoidla	..kaetud virtsahoidla
2 887	540 (18,7%)	263	135 (51,3%)	445	348 (78,2%)

Allikas: SE, 2018

⁹ Näiteks HKScan (EKSEKO) kasutas oma farmide sõnnikuhoidlatel aastaid kergkruusa, kuid nüüdseks on sellest loobunud, kuna lisanduvate tehniliste probleemide tõttu pole see majanduslikult otstarbekas.

Tabel 5. NH₃ emissioon sõnnikuhoidlast loomaliikide ja hoidlatüüpide lõikes 2015. aastal

	Tahesõnniku- hoidla katmata (loomulik koorik)		Sügavallapanu -sõnnik		Sõnnikuaun (loomulik koorik)		Vedelsõnnikuhoidla laguun, ujuvkate (loomulik koorik)		Rõngasmahuti ujuvkate (loomulik koorik)		Kinnine mahuti	
	t	%	t	%	t	%	t	%	t	%	t	%
Veised	933,7	25,3	526,5	14,3	24,2	0,7	1 401,2	38,0	790,7	21,5	8,8	0,2
Sead	15,7	5,9	15,4	5,8	-	-	30,0	11,2	195,8	73,1	10,9	4,1
Linnud	113,0	98,6	-	-	-	-	-	-	1,7	1,4	-	-

Allikas: Kaasik ja Möls, 2018

1.5. Vähesaastavad loomapidamise süsteemid

Vähesaastav loomade pidamine põhineb nii raam- kui ka ammoniaagijuhendi järgi järgmiste pidamistingimuste ja meetodite kasutamisel (Guidance document ..., 2014; Framework Code ..., 2015):

- sõnnikuga kaetud pinna pindala vähendamine ehk siis loomade pidamise ruumide hoidmine võimalikult kuiva ja puhtana;
- allapanu kasutamine;
- uriini kiire eemaldamine, väljaheidete ja uriini kiire eraldamine;
- õhu liikumiskiiruse ja temperatuuri vähendamine sõnniku kohal;
- sõnniku pH taseme ja temperatuuri vähendamine;
- sõnniku kuivatamine (eriti linnukasvatuses);
- NH₃ eemaldamine heitõhust (*exhaust air*) (puhastamine ehk *scrubbing*);
- karjatamise aja suurenemine.

Kui põllumajandustootjal on plaanis loomade pidamise ruumi või ehitise rekonstrueerimine või ehitamine, tuleks vähesaastavad loomapidamise süsteemid võtta kasutusele vastavalt vajadusele ja võimalustele. Nõuda rekonstrueerimist lähema paari aasta jooksul ei ole mõistlik, seega selle meetme rakendamine on võimalik, aga võtab aega ning mõju avaldub pikema perioodi jooksul.

Raam- ja ammoniaagijuhendites on põhjalikult välja toodud, millised süsteemid sobivad erinevatele loomaliikidele. Peamised tehnoloogilised lahendused, mis võimaldaksid NH₃ emissioone vähendada on teatud põrandatüübid (perforeeritud põrand, respõrand, ... – tuleb valida vastavalt loomaliigile, põhiline on sõnnikuga saastunud põranda pindala vähendamine või sõnnikust vedela fraktsiooni eemaldamine) ja ventilatsioonisüsteemid (automaatselt juhitud ventilatsioonisüsteem (ACNV), happelised skraberid või *biotrickling* filtrid). Samuti vähendab NH₃ emissiooni sõnniku (eelkõige läga) sage eemaldamine, võimalusel kuivana hoidmine, läga hapestamine ja/või sõnniku pinnakihi jahutamine ning õhu liikumise ja temperatuuri vähendamine sõnniku kohal. (Guidance document ..., 2014; Framework Code ..., 2015)

Direktiivi 2016/2284/EL III lisa 2. osas sätestatud valikulised meetmed näevad ette selliste vähesaastavate loomapidamise süsteemide kasutamise, mille puhul on tõestatud, et NH₃ heitkoguseid vähendatakse ammoniaagijuhendis kirjeldatud standardmeetodiga võrreldes vähemalt 20%.

Meetodite valimine ja rakendamine sõltub algolukorrast (kui on teada milliseid süsteeme kasutatakse loomakasvatushoonetes) ja põllumajandusettevõtte vajadustest (kohustus vähendada NH₃ heitkogust, loomade arvu suurendamine, olemasoleva hoone rekonstrueerimine või uue ehitamine jne). See eeldab loomakasvatushoonete põrandatüüpide ning ventilatsioonisüsteemide kohta andmete kogumist ja uuendamist teatud sagedusega (näiteks kord 2 või 5 aasta jooksul). Eestis on alates 2001. aastast rekonstrueeritud väga palju loomakasvatushooneid (Luik ja Viira, 2016), kuid puudub terviklik ülevaade neis kasutatavatest tehnoloogilistest lahendustest ja süsteemidest. Sellise ülevaate loomine ja uuendamine on äärmiselt oluline selleks, et korrektselt fikseerida praegune olukord. Ka aastatel 2001-2018 tehtud investeeringud on tõenäoliselt vähendanud NH₃ emissioone loomakasvatushoonetest.

1.6. Mineraalväetiste kasutamisest tekkivate ammoniaagi heitkoguste piiramise võimalused

Mineraalväetiste kasutamisest tekkivate NH₃ heitkoguste piiramise võimalused lähtuvad põhimõttest, et pind, millelt võib tekkida NH₃ emissioon, oleks võimalikult väike. Selleks on võimalik kasutada väetiste ribaslaotust (*band application*), injektsiooni ja muldaviimise/sissekünni meetodit; võimalikult kiiret

väetiste sissekündi/muldaviimist (ka niisutus), et vähendada heitkoguste tekkimise aega; ureaasi inhibiitorite, ainete segamine ja hapestumine aitab vähendada emissiooni intensiivsust; karbamiidi- ja ammooniumipõhiste väetiste (nii nagu ammooniumkarbonaatväetiste puhul) kasutamise keelamine. (Guidance document ..., 2014; Framework Code ..., 2015) Sellest tulenevalt soovitatakse raam- ja ammoniaagijuhentides kas keelata karbamiidi- ja ammooniumipõhised väetised üldse (see on pakutud ka direktiivis 2016/2284/EL ühe võimalusena) või kasutada karbamiidi-/ammooniumipõhiste väetiste kasutamisel järgmisi meetodeid:

- ureaasi inhibiitorid (NH_3 heitkogus väheneb 40-70%, vastavalt sellele, kas karbamiid on vedel või tahke);
- polümeerkattega karbamiidi graanulid (NH_3 heitkogus väheneb 30%);
- väetise muldaviimine otsesel injektsioonil suletud lõhedesse või kultiveerimisel (NH_3 heitkogus väheneb vastavalt 80-90% või 50-80%);
- niisutamine vähemalt 5 mm veega kohe pärast väetust (NH_3 heitkogus väheneb 40-70%);
- karbamiidi asendamine väetise koostises ammooniumnitraadiga (NH_3 heitkogus väheneb kuni 90%).

Kui taimekasvatajad kasutavad ammooniumsulfaadil ja ammooniumfosfaadil põhinevaid väetisi, on soovituslik selliste meetodite kasutamine nagu väetise muldaviimine, injektsioon, viivitamatu niisutamine ja aeglaselt vabanevad polümeerkattega väetised kõrge pH tasemega muldadel.

Samuti võivad liikmesriigid sh Eesti vähendada anorgaanilistest väetistest pärineva NH_3 heitkoguseid, kasutades direktiivi 2016/2284/EL III lisa 2. osas sätestatud valikulisi meetodeid, milleks on:

- karbamiidi-põhiste väetiste asendamine ammooniumnitraadil põhinevate väetistega;
- kui karbamiidi-põhiste väetiste kasutamist jätkatakse, siis selliste meetodite kasutamine, mille puhul on tõestatud, et NH_3 heitkogused vähenevad vähemalt 30% võrreldes olukorraga, kus kasutatakse ammoniaagijuhendis osutatud standardmeetodit¹⁰;
- anorgaaniliste väetiste orgaaniliste väetistega asendamise edendamine ning kui jätkatakse anorgaaniliste väetiste kasutamist, nende laotamine vastavalt väetatava põllukultuuri või rohumaa eeldatavale N ja P vajadusele, võttes arvesse ka mulla olemasolevat toitainete sisaldust ja muudest väetistest pärinevaid toitaineid.

Kõiki meetodeid (va niisutus) on võimalik sõltuvalt maaharimise etapist rakendada ka Eestis. Selleks, et paremini hinnata nende meetodite rakendamise võimalikkust, tuleb uurida, kui palju kasutatakse karbamiidi-põhiseid väetisi ja kui palju nendest taimekasvatajatest kasutab juhendites toodud meetodeid. Sama kehtib ammooniumsulfaadi- ja ammooniumfosfaadi-põhiste väetiste kasutajate kohta.

Ammoniaagijuhendi järgi on karbamiidi-põhiste väetiste asendamine ammooniumnitraadil põhinevate väetistega lihtne ja efektiivne meetod, mis vähendab NH_3 emissiooni kuni 90% ja mille mõju avaldub kiiresti. Kuid on olemas oht, et kasvab N_2O emissioon (kui kasutada niisketel muldadel). Ammooniumnitraadi väetised on kallimad kui karbamiidi-põhised väetised, kuid vahe võib osutuda mitte nii suureks kui arvestada kasuga, mis tekib NH_3 emissiooni vähenemisega.

Valikulise meetodina pakutud anorgaaniliste väetiste orgaaniliste väetistega asendamise edendamine ning kui jätkatakse anorgaaniliste väetiste kasutamist, nende laotamine vastavalt väetatava põllukultuuri või rohumaa eeldatavale N ja P vajadusele, võttes arvesse ka mulla olemasolevat toitainete sisaldust ja muudest väetistest pärinevaid toitaineid. See meetod on põhimõtteliselt Eestis kasutusel, kuna see sisaldub olemasolevas HPT-s (vt lisa 1, peatükk Väetised ja väetamine), lisaks sellele on Veeseaduses § 26¹ sätestatud põlluraamatu pidamise ja väetamisplaani koostamise kohustus (lisa 2).

1.7. Väikestele põllumajandusettevõtetele avalduva mõju ennetamine

Liikmesriigid peavad tagama, et direktiivi 2016/2284/EL punktides A (Ammoniaagi heitkoguste kontrollimise meetmed) ja B (Heitkoguste vähendamise meetmed tahkete peenosakeste ja musta süsiniku heitkoguste kontrollimiseks) sätestatud meetmete võtmisel võetakse täielikult arvesse mõju

¹⁰ Standardmeetod on väetise laotamine (Guidance document ..., 2014). Võrreldes sellega vähendavad kõik ammoniaagijuhendis pakutud I kategooria meetodid NH_3 heitkogused vähemalt 30%.

väikestele ja mikropõllumajandusettevõtetele. Näiteks võivad liikmesriigid väikesed ja mikropõllumajandusettevõtted kõnealustest meetmetest vabastada, kui see on võimalik ja asjakohane, pidades silmas kohaldatavaid vähendamiskohustusi.

Selle võimaluse kasutamine on ka Eestis mõistlik. Kui eesmärk on vähendada NH_3 emissioone, siis suurem efekt saavutatakse vastavate meetmete rakendamisel suure loomade arvu või põllumajandusmaa pindalaga ettevõtetes. Eeldades ka antud valdkonnas mastaabisäästu esinemist, võib oletada, et NH_3 emissiooni vähendamisega 1% võrra kaasnevad suuremates ettevõtetes suhteliselt väiksemad kulud ühe toodanguühiku, ettevõtte varade või müügitulu kohta. Meetmete kohustuslikus korras rakendamine väikestes põllumajandusettevõtetes võib kaasa tuua nende ettevõtete tegevuse lõpetamise. Kuna nende panus NH_3 emissioonide tekkesse on vähene, siis nende ettevõtete tegevuse lõpetamisega ei kaasne riigi jaoks vajalikku positiivset keskkonnamõju. Samal ajal oleks negatiivne sotsiaalne mõju maapiirkondades (tööhõive langus, maaelu hääbumine) märgatav.

2. Ammoniaagi heitmete vähendamiseks vajalike investeeringute analüüs

Eelnevast analüüsist selgus, et lühiajalises perspektiivis omavad suurimat potentsiaali NH₃ heitkoguste vähendamiseks meetmed „Vähesaastavad sõnnikulaotustehnikad“, „Vähesaastavad sõnnikuladustamis-tehnikad“ ning „Mineraalväetiste kasutamisest tekkivate NH₃ heitkoguste piiramise võimalused“. Järgnevalt analüüsitakse, milline on nende meetmete rakendamiseks vajalik investeeringute summa kuni aastani 2030.

2.1. Sõnniku ladustamise tehnikad NH₃ heitkoguste vähendamiseks

Eestis on veisekasvatuses kasutusel peamiselt ujuvkattega (loomuliku koorikuga) laguun-tüüpi sõnnikuhoidlad (ca 65-70% vedelsõnniku kogusest) ja seakasvatuses ujuvkattega (loomuliku koorikuga) rõngasmahutid (ca 75-80% vedelsõnniku kogusest). Arvestades veise- ja seakasvatusega tegelevate ettevõtete keskmist suurust ja vähesaastavate (vedel)sõnniku ladustamise meetodite efektiivsust, tuleks Eestis eelistada NH₃ emissiooni vähendamiseks eelkõige kõige efektiivsemat meetodit, milleks on kinnine sõnnikuhoidla (NH₃ heitkogused vähenevad 80% (Guidance document ..., 2014)).

Õhusaasteainete vähendamise programmi koostamise raames koostatud prognoosi kohaselt peab selleks, et tagada aastaks 2030 NH₃ heitkoguse vähenemine 1% võrreldes 2005. aastaga nii veise- kui seakasvatuses vähenema ujuvkattega (loomuliku koorikuga) laguun-tüüpi vedelsõnnikuhoidlates ja rõngasmahutites ladustatava vedelsõnniku osatähtsus ning suurenema kinnistes vedelsõnnikuhoidlates ladustatava vedelsõnniku osatähtsus. Õhusaasteainete vähendamise programmi prognoosi järgi peaks Eesti kohustuste täitmiseks muutuma erinevat tüüpi hoidlates ladustatava vedelsõnniku osakaalud nii nagu toodud tabelis 6.

Tabel 6. Erinevat tüüpi hoidlates ladustatava vedelsõnniku osakaalu prognoos NH₃ heite vähendamiseks, %

Aasta	Looma liik	Laguun, ujuvkate (loomulik koorik)	Rõngasmahuti, ujuvkate (loomulik koorik)	Kinnine mahuti
2015	Veised	64	36	0
	Sead	13	83	5
2020	Veised	51	32	17
	Sead	8	73	18
2025	Veised	38	29	33
	Sead	4	64	32
2030	Veised	23	25	52
	Sead	0	54	46

Allikas: Õhusaasteainete vähendamise programm

Õhusaasteainete vähendamise programmi sisendandmed lähtusid uuringu „Loomakasvatusest eralduvate saasteainete heitkoguste inventuurimetoodikate täiendamine ja heite vähendamistehnoloogiate kaardistamine“ aruandest (Kaasik ja Möls, 2018). Selles leiti eri tüüpi sõnnikuhoidlates ladustatava vedelsõnniku osakaal võttes arvesse veise- ja seakasvatusega tegelevate ettevõtete loomade arvu ja kasutusel olevaid eri tüüpi sõnnikuhoidlaid. Vedelsõnniku kogus hoidlates leiti loomade arvu ja põllumajandusministri määruse nr 71¹¹ lisades 3, 4 ja 5 toodud koefitsientide alusel.

Vedelsõnniku koguse prognoos aastateks 2020-2030 põhineb loomade arvu ja piimalehmade produktiivsuse prognoosil aastateks 2020-2030 (tabel 7). See prognoos eeldab, et aastaks 2030 jõuab Eesti aastane piimatoodang 990 000 tonnini ning selle suurenemise põhjus on piimalehmade arvu

¹¹ Eri tüüpi sõnniku toitaite sisalduse arvestuslikud väärtused, sõnnikuhoidlate mahu arvutamise meetodika ja põllumajandusloomade loomühikuteks ümberarvutamise koefitsiendid.

suurenemine. Prognoos eeldab, et keskmine piimatoodang jääb tasemele 10 000 kg/lehm¹². Prognoosis eeldatakse ka sigade ja lihavedelike arvu suurenemist aastaks 2030.

Tabel 7. Põllumajandusloomade arv 2015. aastal ja loomade arvu, piimalehmade produktiivuse ning vedelsõnniku koguse prognoos aastateks 2020, 2025 ja 2030

	2015	2020	2025	2030
Veised, 1000 pead	256	264	274	285
sh piimalehmad, 1000 pead	90,6	90	94	99
Keskmine piimatoodang lehma kohta, kg	8 442	9 474	10 000	10 000
Piimalehmade summaarne vedelsõnniku kogus laudas looma kohta, tonni/aasta ¹³	23,9	26,8	28,3	28,3
Aastane vedelsõnniku kogus veisekasvatustes, 1000 tonni	2 092	2 414	2 661	2 803
Sead, 1000 pead	305	317	337	357
Aastane vedelsõnniku kogus seakasvatustes, 1000 tonni	165	172	183	194

Allikas: Õhusaasteainete vähendamise programm; autori arvutused

Käesolevas analüüsis võeti aluseks andmebaas (Kaasik, 2018a), millest lähtuti ka uuringu „Loomakasvatusest eralduvate saasteainete heitkoguste inventuurimetoodikate täiendamine ja heite vähendamistehnoloogiate kaardistamine“ puhul. Investeeringute vajaduse analüüsimisel lähtuti loomade (piimalehmade ja sigade) arvu, piimalehmade keskmise piimatoodangu ja sellest sõltuvalt vedelsõnniku koguse suurenemisest, eri tüüpi sõnnikuhoidlates ladustatava vedelsõnniku osakaalust, vedelsõnniku hoidlate eeldatavast keskmisest mahutavusest ja vajadusest suurendada kinnistes sõnnikuhoidlates ladustatava ning vähendada laguunides ladustatava vedelsõnniku osatähtsust. Nii veiste kui ka sigade vedelsõnnikuhoidlate investeeringuvajaduse hindamisel lähtuti lisaks kehtivast Veeseaduse (RT I, 22.02.2019, 32) nõudest, et sõnnikuhoidla peab mahutama vähemalt 8 kuu sõnniku, ning alternatiivse variandina arvutati läbi võimalus, et alates 2025. aastast peaks vedelsõnnikuhoidlad mahutama 12 kuu jooksul tekkiva sõnniku koguse¹⁴. Selleks, et saada võimalikult täpne ülevaade olemasolevate sõnnikuhoidlate mahutavusest, täiendati andmebaasi puuduolevate hoidlate mahutavuse andmetega, mis saadi peamiselt erinevatest keskkonnakomplekslubade ja välisõhu saastelubadega seotud dokumentidest.

Tabelist 8 nähtub, et 2015. aasta seisuga sai olemasolevates laguun-tüüpi hoidlates hoida kokku ca 70% veisekasvatustes tekkivast vedelsõnnikust (lisaks virts ning vajadusel reovesi) ja rõngasmahutites ca 30% vedelsõnnikust. Seakasvatustes tekkivast vedelsõnnikust hoiustati ca 22% laguun-tüüpi hoidlates, ca 74% rõngasmahutites ja ca 4% kinnistes mahutites.

¹² Arvestades, et 2018. aastal oli jõudluskontrollis osalevates karjades keskmine piimatoodang lehma kohta 9785 kg (EPJ, 2019) ning seda, et 2018. aasta põuase suve järel vähenes Eestis piimalehmade arv 85 200-ni (ES, 2019), võib pigem eeldada, et aastaks 2030 on keskmine väljalüps lehma kohta suurem kui 10 000 kg ning piimalehmade arv suureneb prognoositust enam, on vaja rakendada tõhusamaid NH₃ heitkoguste piiramise meetmeid kui eeldab käesolev analüüs. Tuleb tõdeda, et praegu puudub Eestis põllumajandustootmise ulatuse, intensiivsuse ja põllumajandustoodangu mahu prognoosimiseks sobilik majanduslik mudel. Arvestades näiteks NH₃ heitkoguste piiramiseks vajalike investeeringute ja eeldatavasti ka investeeringutoetuste mahtu, on adekvaatsete prognooside olemasolu sekkumiste kavandamiseks väga oluline.

¹³ Piimalehmade summaarne sõnniku kogus laudas aastatoodangu juures 8725 kg piima on 24,7 t/aasta. (RT I, 16.07.2014, 8)

¹⁴ Arvestades kliimamuutuste ja Veeseadusest (RT I, 22.02.2019, 32) tulenevate piirangutega (eelkõige 5. peatükis Veekogu ja põhjavee kaitsmine reostamise, risustamise ja liigvähendamise eest), on võimalik tulevikus olukord, kus vedelsõnnikut tuleb hoida hoidlas kauem kui 8 kuud.

Tabel 8. Vedelsõnniku kogus, sõnnikuhoidlate maht hoidla tüüpide ja loomade lõikes 2015. aastal

	Ujuvkatttega laguunid			Ujuvkatttega rõngasmahutid			Kinnised mahutid			Kokku	
	8 kuu sõnniku-kogus, 1000 tonni	Hoid-late maht, 1000 m ³	Vaba maht, 1000 m ³	8 kuu sõnniku-kogus, 1000 tonni	Hoid-late maht, 1000 m ³	Vaba maht, 1000 m ³	8 kuu sõnniku-kogus, 1000 tonni	Hoid-late maht, 1000 m ³	Vaba maht, 1000 m ³	8 kuu sõnniku-kogus, 1000 tonni	Hoid-late maht, 1000 m ³
Veised	894,0	1 184,0	290,0	495,2	506,4	10,6	5,7	10,6	4,7	1 394,9	1 701,0
	64,1%	69,6%	-	35,5%	29,8%	-	0,4%	0,6%	-	100%	100%
Sead	14,3	77,7	63,4	90,9	259,1	160,7	5,0	14,4	8,9	110,2	351,2
	13,0%	22,1%	-	82,5%	73,8%	-	4,5%	4,1%	-	100%	100%

Allikas: autori arvutused Kaasiku (2018a) andmebaasi põhjal

Kaasiku ja Mölsi (2018) uuringust selgub, et veisekasvatustes tekkinud vedelsõnnikust (2015. aastal 2 092 388 tonni) hoiti 64% laguun-tüüpi hoidlates ja 36% rõngasmahutites. Seakasvatustes tekkis 2015. aastal 165 368 tonni vedelsõnnikut, millest 13% hoiti laguun-tüüpi hoidlates, 82,5% rõngasmahutites ja 4,5% kinnistes mahutites. Kui arvestada Veeseaduse nõuetega¹⁵ sõnniku ja virtsa hoidmise osas, olid 2015. aastal veisekasvatustes olemasolevad sõnnikuhoidlad täidetud 82% ulatuses, seakasvatustes oli see näitaja 31%. Võib eeldada, et osades ettevõtetes on sõnnikuhoidlad rajatud varuga, mis võimaldab loomade arvu suurendada.

Arvestades sellega, et eri tüüpi hoidlates ladustatava vedelsõnniku osakaalu prognoos NH₃ heite vähendamiseks eeldab aastaks 2030 laguun-tüüpi hoidlate sulgemist, uute kaetud sõnnikuhoidlate (kinniste rõngasmahutite) rajamist ja/või olemasolevate rõngasmahutite katmist, ning sellega, et hoidlate ehitamise ja katmise maksumuse leidmise aluseks on hoidlate füüsilised parameetrid nagu maht (m³) ja pindala (m²), siis lähtuti investeringuvajaduse analüüsimisel sõnnikuhoidlate mahutavusest.

Tabelis 8 toodud olemasolevate sõnnikuhoidlate arvutuslik vaba maht võeti arvesse loomade arvu suurenemisest tuleneva täiendavalt juurde tekkiva vedelsõnniku mahutamisel ehk eeldati, et eelkõige oleks mõistlik täita olemasolevad kinnised mahutid ja seejärel rõngasmahutid, mida tuleb vajadusel katta. Arvutustes eeldati, et nii kinnistes mahutites kui rõngasmahutites täidetakse arvestusliku vaba ruumi vedelsõnnikuga 96% ulatuses. Vaatamata sellele, et olemasolevates laguunides oli 2015. aasta seisuga vaba ruumi vedelsõnniku jaoks, eeldati, et 2020., 2025. ja 2030. aasta eesmärkide saavutamiseks välditakse lisanduva vedelsõnniku ladustamist laguunidesse.

Prognoositava vedelsõnniku koguse alusel (tabel 7) arvutati vajalike uute (kaetud) rõngasmahutite¹⁶ arv, et mahutada loomade arvu suurenemisest tulenev vedelsõnnik. Rõngasmahuti suuruseks valiti 4500 m³, mis mahutab kuni 4300 m³ vedelsõnnikut (96% mahuti mahust). Sellise mahuti sein kõrgus on 4 m ja raadius 19,2 m, mis võimaldab rajada mahuti peale ka telkkatuse. (Kaasik, 2018b) Tabelites 9 ja 10 on toodud vajalike uute kinniste rõngasmahutite arv juhul kui need peavad mahutava ettevõttes tekkiva 8 kuu sõnniku koguse ning 12 kuu sõnniku koguse.

¹⁵ Sõnnikuhoidla või sõnniku- ja virtsahoidla peab mahutama vähemalt 8 kuu sõnniku ja virtsa ning vajaduse korral, sõltuvalt loomapidamishoones kasutatavast tehnoloogiast, ka sealt pärit reovee. (RT I, 04.07.2017, 50; RT I, 22.02.2019, 32)

¹⁶ Eeldati, et loomade arvu suurenedes on täiendavalt tekkiva vedelsõnniku ladustamiseks vaja ehitada uued sõnnikuhoidlad. Eeldati, et kõik uued sõnnikuhoidlad on telkkatusega kaetud rõngasmahutid.

Tabel 9. Prognoositud vedelsõnniku kogus veisekasvatuses ning vajalike uute rõngasmahutite ja kinniste mahutite arv aastatel 2020-2030

	2015	2020	2025		2030	
Periood	8 kuud	8 kuud	8 kuud	12 kuud	8 kuud	12 kuud
Prognoositav vedelsõnniku kogus, 1000 tonni	1 394,9	1 609,2	1 774,1	2 661,1	1 868,4	2 802,6
Prognoositav vedelsõnniku kogus kinnistes mahutites, 1000 tonni	-	273,6	585,4	878,2	971,6	1 457,4
Vajalike uute kinniste rõngasmahutite arv, et mahutada loomade arvu suurenemisest tulenev vedelsõnnik	-	46	38	58	22	33
Vedelsõnniku kogus, mis tuleb viia laguunidesse mahutitesse, 1000 tonni	-	64,2	147,0	220,6	291,8	437,7
Laguunide asendamiseks vajalik kinniste mahutite arv	-	15	34	51	68	102
Laguunide asendamiseks vajalike katmata rõngasmahutite arv	-	-	-	3	-	-
12 kuu sõnnikukoguse hoidmiseks vajalike kinniste mahutite arv	-	-	-	32	-	-
12 kuu sõnnikukoguse hoidmiseks vajalike katmata rõngasmahutite arv	-	-	-	59	-	-
Vajalik kinniste mahutite arv kokku	-	61	72	141	90	135
Vajalik rõngasmahutite arv kokku	-	-	-	62	-	-

* eeldusel, et 2020. aastal kehtib veel nõue, et sõnnikuhoidla peab mahutama vähemalt 8 kuu sõnniku

Allikas: autori arvutatud

Lisanduvate loomade vedelsõnniku hoidmisest uutes kaetud rõngasmahutites ei piisa püstitatud eesmärgi (tabel 6) saavutamiseks. Lisaks lisanduva vedelsõnniku mahutamiseks vajalikele uutele mahutitele on vaja 2030. aastaks kinnistesse rõngasmahutitesse viia 56% 2015. aasta seisuga laguunides hoitud veiste vedelsõnnikust, juhul kui jääb kehtima Veeseaduse sõnnikuhoidla 8 kuu sõnniku mahutavuse nõue. Kui alates 2025. aastast rakenduks nõue hoida 12 kuu sõnnikukogust, siis oleks 2030. aastaks vaja kinnistesse mahutitesse ning rõngasmahutitesse viia 54% 2025. aasta seisuga laguunides hoidmiseks arvestatud veiste vedelsõnnikust. Seakasvatuses on kaetud rõngasmahutitesse vaja viia rohkem vedelsõnnikut kui praegu on laguunides, st katta tuleb ka osa olemasolevatest katmata rõngasmahutitest.

Tabel 10. Prognoositud vedelsõnniku kogus seakasvatuses, vajalike uute kinniste rõngasmahutite arv ning katmist vajavate rõngasmahutite arv kokku aastatel 2020-2030

	2015	2020	2025		2030	
Periood	8 kuud	8 kuud	8 kuud	12 kuud	8 kuud	12 kuud
Prognoositav vedelsõnniku kogus, 1000 tonni	110,2	114,8	122,0	183,0	129,3	193,9
Prognoositav vedelsõnniku kogus kinnistes mahutites, 1000 tonni	-	20,7	39,0	58,6	59,5	89,2
Vajalike uute kinniste rõngasmahutite arv, et mahutada loomade arvu suurenemisest tulenev vedelsõnnik	-	-	2	3	2	3
Vedelsõnniku kogus, mis tuleb viia laguunidesse mahutitesse, 1000 tonni	-	4,4	5,0	7,5	4,9	7,3
Laguunide asendamiseks vajalik kinniste mahutite arv	-	-	1	2	1	2
12 kuu sõnnikukoguse hoidmiseks vajalike kinniste mahutite arv	-	-	-	2	-	-
Katmist vajavate rõngasmahutite arv	-	2	1	2	2	3
Vajalik kinniste mahutite arv kokku	-	-	3	7	3	5

* eeldusel, et 2020. aastal kehtib veel nõue, et sõnnikuhoidla peab mahutama vähemalt kaheksa kuu sõnniku

Allikas: autori arvutatud

Selleks, et saavutada tabelis 6 prognoositud sõnnikuhoidlate osakaalu veisekasvatuses, arvutati välja sõnniku kogus, mis tuleb ladustada kinnistes rõngasmahutites. Uute kaetud rõngasmahutite keskmise mahutavuse (4500 m³) alusel leiti, kui palju kinniseid mahuteid tuleb rajada laguunide asendamiseks

aastateks 2020, 2025 ja 2030 (tabel 9). Juhul, kui alates 2025. aastast rakenduks nõue hoida 12 kuu sõnnikukogust, tuleks 2025. aastaks rajada laguunide asendamiseks ka kolm rõngasmahutit.

Kui alates 2025. aastast rakenduks nõue hoida 12 kuu sõnnikukogust, siis oleks vajalik 2025. aastaks ehitada suurenenud sõnnikukoguse hoidmiseks 59 uut rõngasmahutit ja 32 uut kinnist mahutit, sest olemasolevad vedelsõnnikuhoidlad on ehitatud arvestades kehtiva 8 kuu sõnniku mahutavuse nõudega.

2020. aastaks vajaliku kinnistes mahutites hoitava vedelsõnniku prognoositud osakaalu (17%) saavutamiseks on vaja ehitada 46 uut kaetud rõngasmahutit (tabel 9), et mahutada veiste arvu kasvust tulenev suurenev vedelsõnniku kogus (214,3 tuhat tonni) ning ehitada praeguste laguunide asemel 15 uut kaetud rõngasmahutit (tabel 9), mis mahutaks 64,2 tuhat tonni vedelsõnnikut. Kokku on 2020. aastaks vaja ehitada 61 uut kaetud rõngasmahutit.

Võrreldes 2020. aastaga on vaja 2025. aastaks rajada 38 uut kaetud rõngasmahutit, et mahutada veiste arvu kasvust tulenev suurenev vedelsõnniku kogus (164,8 tuhat tonni) ning ehitada laguunide asemel 34 uut kaetud rõngasmahutit, mis mahutaks 147,0 tuhat tonni vedelsõnnikut. Perioodil 2021-2025 on kokku vaja ehitada 72 uut kaetud rõngasmahutit. Juhul, kui alates 2025. aastast hakkaks kehtima nõue hoida sõnnikuhoidlates 12 kuu sõnniku kogust, tekiks vajadus rajada 58 uut kaetud rõngasmahutit, et mahutada veiste arvu kasvust tulenev suurenev vedelsõnniku kogus (247,3 tuhat tonni) ning ehitada 12 kuu sõnnikukoguse hoidmiseks 59 rõngasmahutit (252,9 tuhat tonni sõnniku mahutamiseks) ja 32 kinnist mahutit (136,8 tuhat tonni sõnniku mahutamiseks). Laguunide asemel tuleb ehitada 51 uut kaetud rõngasmahutit, mis mahutaks 220,6 tuhat tonni vedelsõnnikut ning kolm rõngasmahutit, mis mahutaks 12,9 tuhat tonni vedelsõnnikut. Perioodil 2021-2025 on siis kokku vaja ehitada 141 uut kaetud rõngasmahutit ja 62 uut rõngasmahutit.

Võrreldes 2025. aastaga on vaja 2030. aastaks rajada 22 uut kaetud rõngasmahutit, et mahutada veiste arvu kasvust tulenev suurenev vedelsõnniku kogus (94,4 tuhat tonni) ning ehitada laguunide asemel 68 uut kaetud rõngasmahutit, mis mahutaks 291,8 tuhat tonni vedelsõnnikut. Seega on perioodil 2026-2030 kokku vaja ehitada 90 uut kaetud rõngasmahutit. Juhul, kui alates 2025. aastast hakkab kehtima nõue hoida hoidlates 12 kuu sõnniku kogust, tekib vajadus rajada 33 uut kaetud rõngasmahutit, et mahutada veiste arvu kasvust tulenev suurenev vedelsõnniku kogus (141,6 tuhat tonni) ning ehitada laguunide asemel 102 uut kaetud rõngasmahutit, mis mahutaks 437,7 tuhat tonni vedelsõnnikut. Perioodil 2026-2030 on siis kokku vaja ehitada 135 uut kaetud rõngasmahutit. Joonisel 1 on skemaatiliselt esitatud, kuidas peaks vedelsõnniku 8 kuu koguse mahutamiseks ja soovitud sõnnikuhoidlate osakaalu prognoosi saavutamiseks muutuma sõnnikuhoidlate arv veisekasvatases aastatel 2015, 2020, 2025 ja 2030.

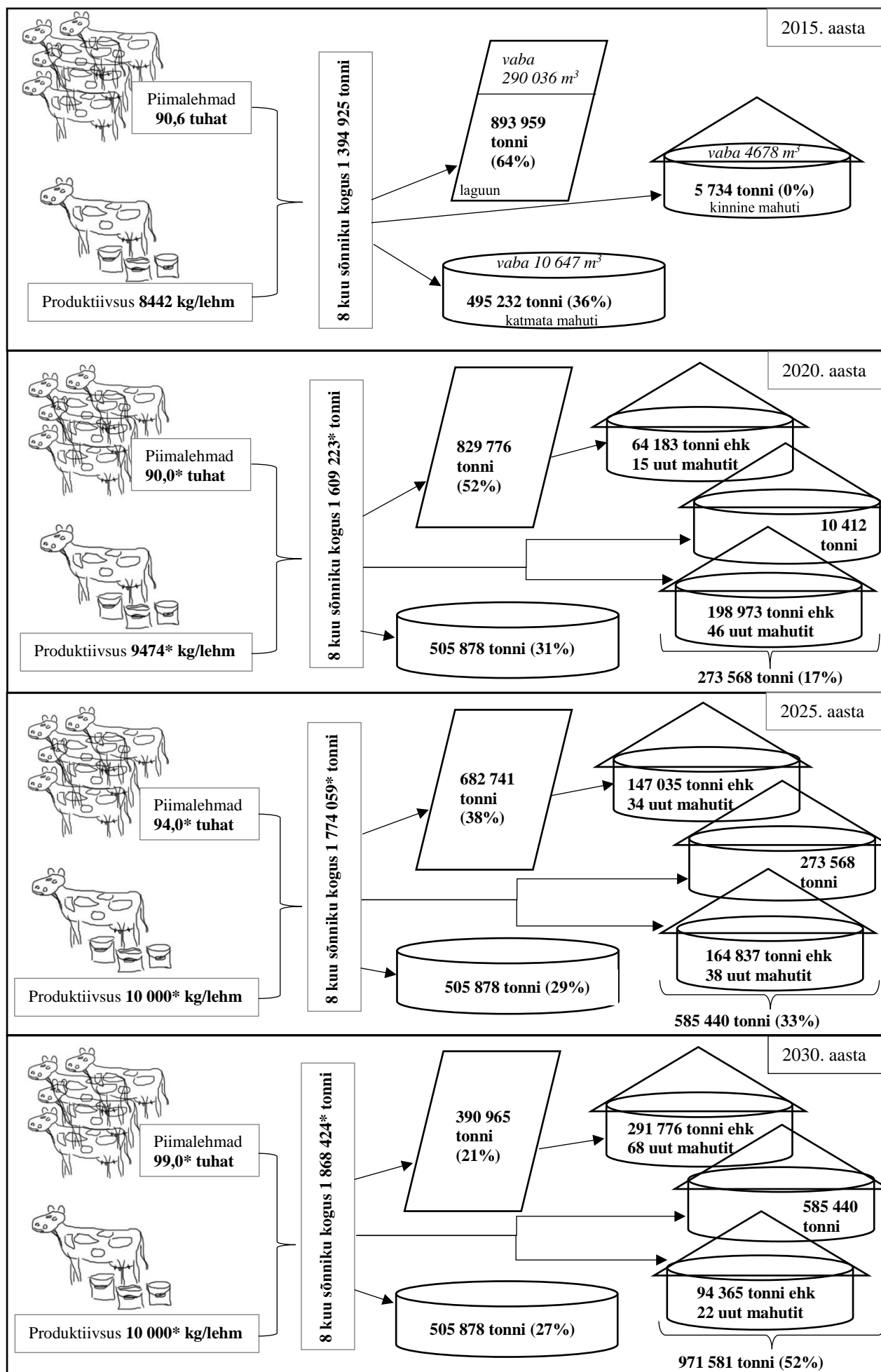
Seakasvatases olemasolevad kinnised mahutid mahutavad 2020. aastal nii loomade arvu suurenemisest tuleneva vedelsõnniku koguse kui ka osaliselt laguunides olemasoleva sõnniku koguse (tabelid 8 ja 10). Prognoositud sõnnikuhoidlate osakaalu saavutamiseks seakasvatases arvutati välja sõnniku kogus, mis tuleb ladustada kinnistes mahutites. Uute mahutite keskmise mahutavuse (4500 m^3) alusel leiti, kui palju kinniseid mahuteid peab rajama laguunide asemele aastateks 2020, 2025 ja 2030 (tabel 10). Lisaks arvutati perioodil 2025-2030 katmist vajavate rõngasmahutite arv. Selleks, et saavutada seakasvatases 2020. aastaks vajalik kinniste mahutite prognoositud osakaal (18%) on vaja laguunidest viia 4,4 tuhat tonni sõnnikut olemasolevatesse kinnistesse mahutitesse ning katta (telkkatusega) kaks olemasolevat rõngasmahutit.

Võrreldes 2020. aastaga on vaja 2025. aastaks rajada kaks uut kaetud rõngasmahutit (tabel 10), et mahutada sigade arvu kasvust tulenev suurenev vedelsõnniku kogus (7,2 tuhat tonni) ning ehitada laguunide asemele üks kaetud rõngasmahuti, et vähendada laguuni-tüüpi hoidlate osakaalu 4%-ni. Perioodil 2021-2025 on kokku vaja ehitada kolm uut kaetud rõngasmahutit ning katta üks olemasolev rõngasmahuti. Juhul, kui alates 2025. aastast hakkab kehtima nõue hoida hoidlates 12 kuu sõnniku kogus, tuleb rajada kolm uut kaetud rõngasmahutit, et mahutada sigade arvu kasvust tulenev suurenev vedelsõnniku kogus (10 862 tonni) ning ehitada 12 kuu sõnniku koguse hoidmiseks kaks kinnist mahutit (10,3 tuhande tonni sõnniku mahutamiseks). Lisaks praeguste laguunide asemel tuleb ehitada kaks kaetud rõngasmahutit. Aastaks 2025 tuleb seega seakasvatusega tegelevatel ettevõtetel rajada seitse kaetud rõngasmahutit. Lisaks tuleb katta kaks olemasolevat rõngasmahutit.

2030. aastaks on vaja rajada võrreldes 2025. aastaga kaks uut kaetud rõngasmahutit (tabel 10), et mahutada sigade arvu kasvust tulenev suurenev vedelsõnniku kogus (7,2 tuhat tonni) ning ehitada

laguunide asemel üks uus kaetud rõngasmahuti, et likvideerida laguuni-tüüpi hoidlad. Perioodil 2026-2030 on kokku vaja ehitada kolm uut kaetud rõngasmahutit. Lisaks sellele on vaja katta kaks olemasolevat rõngasmahutit, et vähendada ujuvkattega rõngasmahutites hoitava sõnniku osakaalu 54%-ni. Juhul, kui alates 2025. aastast hakkaks kehtima nõue hoida hoidlates 12 kuu sõnniku kogust, tekib vajadus rajada kolm uut kaetud rõngasmahutit, et mahutada veiste arvu kasvust tulenev suurenev vedelsõnniku kogus (10,9 tuhat tonni) ning ehitada laguunide asemel kaks uut kaetud rõngasmahutit. Perioodil 2026-2030 on siis kokku vaja ehitada viis uut kaetud rõngasmahutit. Lisaks tuleb katta kolm olemasolevat rõngasmahutit. Joonisel 2 on skemaatiliselt esitatud vedelsõnniku 8 kuu koguse mahutamiseks ja soovitud sõnnikuhooldlate osakaalu prognoosi saavutamiseks¹⁷ vajalik sõnnikuhooldlate arv veisekasvatases aastatel 2015, 2020, 2025 ja 2030.

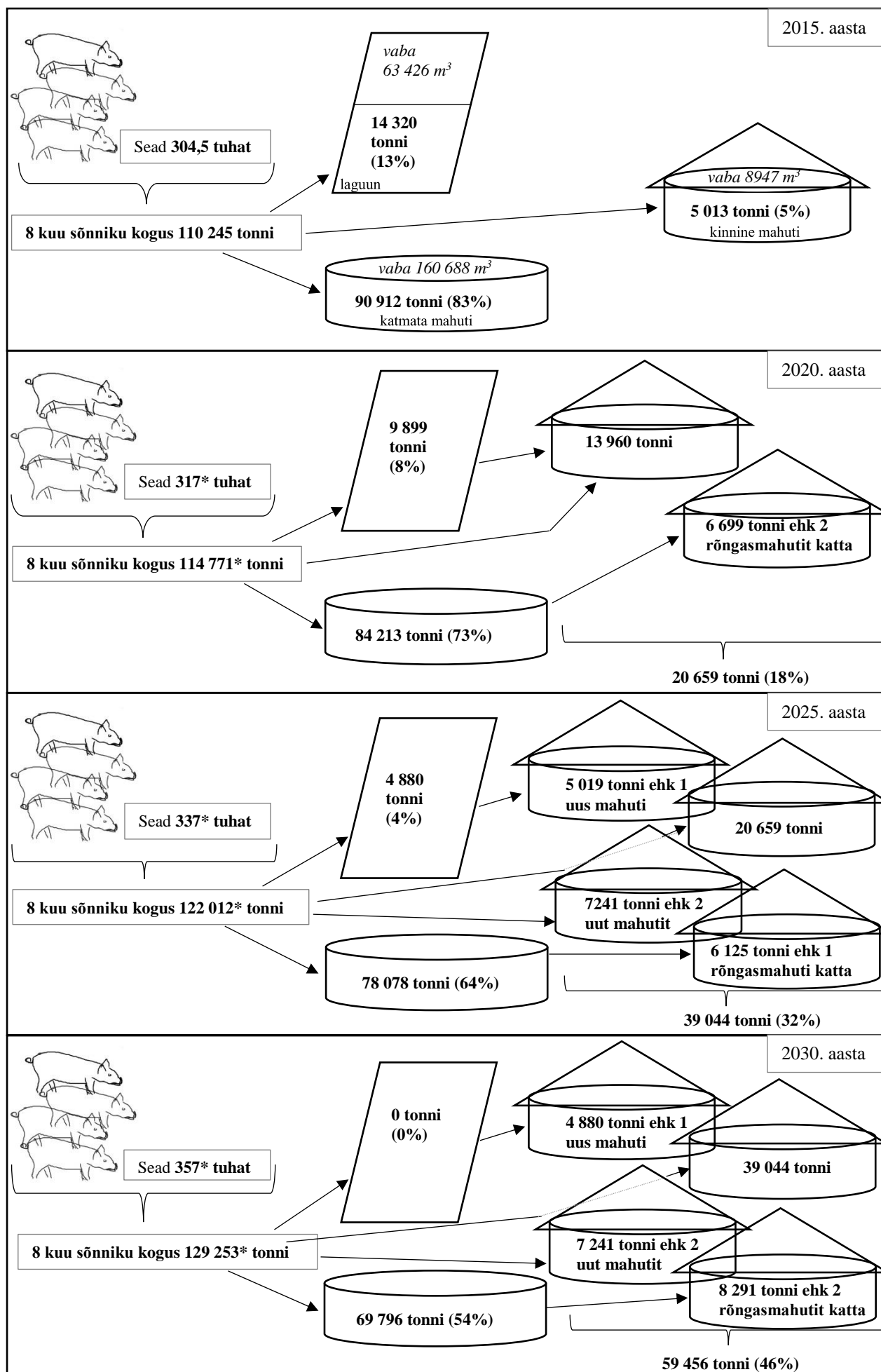
¹⁷ Käesolevas analüüsis piimakarjakasvatases välditi olemasolevate rõngasmahutite katmist ja kogu vedelsõnnik, mis juurde tekib ja mis tuleb laguunidest ära viia, viidi arvestuslikult uutesse kaetud mahutitesse. Seakasvatases arvestati olemasolevate rõngasmahutite katmisega, kuna seal laguunidesse sõnnikut ei jää. Sellest tekib väike erinevus tabelis 6 toodud erinevat tüüpi hoidlates ladustatava vedelsõnniku osakaalude ja joonisel 1 esitatud tulemuste vahel, mis ei takista Õhusaasteainete vähendamise programmi prognoositud NH₃ heitkoguse vähendamise kohustuse täitmist.



*prognosis

Joonis 1. Vedelsõnniku 8 kuu koguse mahutamiseks vajalik sõnnikuhoiulate arv veisekasvatuses aastatel 2015, 2020, 2025 ja 2030

Allikas: autori koostatud



*prognoos

Joonis 2. Vedelsõnniku 8 kuu koguse mahutamiseks vajalik sõnnikuhooldlate arv seakasvatuses aastatel 2015, 2020, 2025 ja 2030

Allikas: autori koostatud

Uute kinniste rõngasmahutite ehitamise ja olemasolevate rõngasmahutite telkkatusega katmise maksumuse ja investeeringuvajaduse leidmiseks aastatel 2020, 2025 ja 2030 on aluseks võetud 4500 m³ rõngasmahuti ja sellele sobiliku telkkatuse rajamise maksumused 2018. aastal, milleks on 50 eurot/m³ ning 53 eurot/m² ¹⁸ ning on arvestatud iga-aastase 3,1%-lise ¹⁹ ehitushinnaindeksi kasvuga kuni 2030. aastani.

Eelnevalt saadud tulemuste alusel kujuneb hinnanguliseks investeeringuvajaduseks uute kinniste rõngasmahutite rajamiseks veisekasvatases perioodil 2019-2020 18,3 mln eurot, perioodil 2021-2025 24,1 mln eurot ning perioodil 2026-2030 35,1 mln eurot (tabel 11). Veisekasvatases tuleb perioodil 2019-2030 investeerida sõnnikuhoidlatesse kokku 77,5 mln eurot.

Juhul kui aastast 2025 rakenduks nõue, et vedelsõnnikuhoidlad peavad mahutama 12 kuu sõnniku, siis oleks perioodil 2019-2030 vaja investeerida veisekasvatases vedelsõnnikuhoidlatesse 134,4 mln eurot.

Seakasvatases on perioodil 2019-2030 vaja investeerida uute kinniste vedelsõnnikuhoidlate rajamiseks ja olemasolevate rõngasmahutite katmisesse 2,6 mln eurot. Juhul kui aastast 2025 rakenduks nõue, et vedelsõnnikuhoidlad peavad mahutama 12 kuu sõnniku, siis oleks perioodil 2019-2030 vaja investeerida seakasvatases vedelsõnnikuhoidlatesse 4,8 mln eurot.

Selleks, et saavutada NH₃ heite vähenemiseks vajalik kinnistes rõngasmahutites hoitava vedelsõnniku osakaal nii veise- kui ka seakasvatases on vaja investeerida perioodil 2019-2020 18,4 mln eurot, perioodil 2021-2025 25,2 mln eurot ning aastatel 2026-2030 36,4 mln eurot. Aastatel 2019-2030 teeb see kokku 80,0 mln eurot.

Juhul kui aastast 2025 rakenduks nõue, et vedelsõnnikuhoidlad peavad mahutama 12 kuu sõnniku, siis oleks perioodil 2019-2030 vaja investeerida veise- ja seakasvatases vedelsõnnikuhoidlatesse kokku 139,2 mln eurot.

Tabel 11. Uute kinniste rõngasmahutite maksumus ning investeeringuvajadus veise- ja seakasvatases aastatel 2020, 2025 ja 2030

		2020		2025		2030	
4500 m ³ rõngasmahuti rajamise perioodi keskmine hind, eurot/m ³		52,37		58,37		68,08	
1159 m ² telkkatuse ehitamise perioodi keskmine hind, eurot/m ²		55,51		61,87		72,16	
Sõnnikuhoidla mahutavuse nõue (vähemalt ... kuu sõnniku kogus)		8 kuud	12 kuud	8 kuud	12 kuud	8 kuud	12 kuud
Veisekasvatus	uute rõngasmahutite maksumus, mln eurot	14,38	14,38	18,91	53,32	27,57	41,36
	uute rõngasmahutite katmise maksumus, mln eurot	3,92	3,92	5,16	10,11	7,53	11,29
	uute kinniste rõngasmahutite maksumus kokku ilma KM-ta, mln eurot	18,30	18,30	24,08	47,15	35,10	52,65
	investeeringuvajadus ilma KM-ta, mln eurot	18,30	18,30	24,08	63,43	35,10	52,65
Seakasvatus	uute rõngasmahutite maksumus, mln eurot	0	0	0,79	1,84	0,92	1,53
	uute rõngasmahutite katmise maksumus, mln eurot	0	0	0,22	0,50	0,25	0,42
	uute kinniste rõngasmahutite maksumus kokku ilma KM-ta, mln eurot	0	0	1,01	2,34	1,17	1,95
	olemasolevate rõngasmahutite katmise maksumus, mln eurot	0,13	0,13	0,07	0,14	0,17	0,25
	investeeringuvajadus ilma KM-ta, mln eurot	0,13	0,13	1,08	2,48	1,34	2,20
Investeeringuvajadus (veised ja sead) kokku ilma KM-ta, mln eurot		18,43	18,43	25,16	65,91	36,44	54,85

Allikas: autori arvutatud

Kuna tegemist on rajatiste ehitamisega, siis tuleb lisaks arvestada ka projekteerimise kuludega, erinevate lubade taotlemise ning muude transaktsioonikuludega. Projekteerimise kuludeks loetakse üldjuhul ca 10% ehitise või rajatise maksumusest. Kuna erinevate lubade taotlemise, muude transaktsioonikulude, aga ka kasutusest kõrvale jäävate laguunide utiliseerimise kulude määr ei ole teada, siis hinnanguliselt

¹⁸ Maksumused on toodud käibemaksuta. Hinnad on võetud Kaasiku (2018b) analüüsist.

¹⁹ Arvutatud Eesti Statistikaameti (<https://www.stat.ee/>) andmebaasi IA10: Ehitushinnaindeks, 1997 = 100 (kvartalid), aastate 1999-2017 hinnaindeksi keskmise suurenemise alusel.

võiksid need kõik kokku ulatuda 15%-ni investeeringute kulust, mis perioodil 2019-2030 teeks kokku 12,0 mln eurot. Seega, koos projekteerimis- ja transaktsioonikuludega ulatuvad sõnnikuhoidlatesse tehtavad investeeringud ja nendega seotud kulud 92,0 mln euron.

Juhul kui aastast 2025 rakenduks nõue, et vedelsõnnikuhoidlad peavad mahutama 12 kuu sõnniku, siis oleks perioodil 2019-2030 veise- ja seakasvatustes vedelsõnnikuhoidlate nõuetele vastavusse viimiseks vajaminevate investeeringute ja transaktsioonikulude kogusumma 160,1 mln eurot.

Analüüsi piirangud ja määramatused:

- Kaetud sõnnikuhoidlate rajamiseks vajalike investeeringute kavandamisel tuleks lähtuda laguun-tüüpi hoidlate ehitusaastast ja amortiseerumise järgust. Eelkõige tuleks alustada nendest ettevõtetest, mille laguun-tüüpi vedelsõnnikuhoidlate kasutusega hakkab lõppema. Analüüsi läbiviimisel ei olnud hoidlate valmimisaastaga võimalik arvestada, kuna vastavad andmed puudusid.
- Vajalike investeeringute maht sõltub osaliselt prognoositud põllumajandusloomade arvust perioodil 2020-2030. Kuna loomade arvu mõjutavad eelkõige toodangu ja tootmissisendite turul toimuvad hinnamuutused, aga ka erinevad toetusskeemid, siis tuleks prognoose iga-aastaselt uuendada.
- Vajalike investeeringute maht sõltub samuti farmide tehnoloogilise vee, farmide territooriumilt kogutava jääkvee, farmidest eemaldavate silohoidlate jääksilomahlade, praakpiima, tahesõnnikuhoidlate ja sügavallapanuga lautade virtsavee ning sadevee²⁰ kogustest, mis ladustatakse vedelsõnniku hoidlates. See tähendab, et vedelsõnniku hoidlad peavad mahutama rohkem kui ainult vedelsõnniku koguse. Antud analüüsis on arvesse võetud ainult vedelsõnniku kogus. Selleks, et arvestada läga (vedelsõnnik koos eelpool nimetatud vedelikega) kogusega on vaja teada ettevõtete lõikes või ettevõtete keskmisena tehnoloogiate kasutamise ja koguste informatsiooni.
- Vajalike investeeringute mahtu mõjutavad ka rõngasmahutite füüsilised parameetrid nagu mahuti seina kõrgus ja reaalne mahutatavus. Kui ehitada mahutid seina kõrgusega 6 m võib sõnnikuhoidla m³ ehitamise maksumus muutuda odavamaks ning investeeringuvajadus väheneb, kuid kui võtta mahuti kasulikuks kasutatavaks mahuks 88-92%, võib investeeringuvajadus kasvada.
- Võib eeldada, et NH₃ väiksema lendumise tõttu kaetud sõnnikuhoidlatest on vedelsõnniku väärtus väetisena (vedelsõnniku N sisaldus) mõnevõrra suurem. Kuna andmeid selle kohta ei olnud, siis ei ole seda aspekti analüüsis arvesse võetud.
- Selleks, et sõnnikuoidlate katmisest tekiks ka majanduslik kasu, oleks otstarbekas arendada ka biogaasi tootmist. See eeldab sõnnikumajandusele veelgi terviklikumat lähenemist.

2.2. Vedelsõnniku laotustehnoloogia NH₃ heitkoguste vähendamiseks

Üks võimalus NH₃ heite vähendamiseks on vedelsõnniku mulda viimise aja lühendamine. See tähendab lohisvoolikuga laotatava vedelsõnniku osatähtsuse vähenemist ning avatud või suletud lõhega injektorlaotuse osatähtsuse suurenemist nii nagu on toodud tabelis 12.

²⁰ Ühe 600 piimalehmaga piimatootmisettevõtte näitel moodustab nn tehnoloogiline vesi 17% kogu farmi veetarbest ning laudast läheb nädalas pesuvett sõnnikuhoidlasse umbes 70 m³. Samas ettevõttes on näiteks piima kaubalisus 97,5% ehk praakpiima kogus, mis läheb vedelsõnnikuhoidlasse on 2,5% lüpsitud piimast. Sademeid on sügistalvisel perioodil hinnanguliselt 300 mm. Sõnnikuoidlate katmise järel sademeid sõnnikuhoidlatesse enam ei läheks.

Tabel 12. Vedelsõnniku laotustehnoloogiate osakaalu prognoos NH₃ heite vähendamiseks, %

	Looma liik	Paisklaotus, vedelsõnnik, muldaviimine < 12 h	Lohisvooliklaotus, muldaviimine < 12 h	Avatud lõhega injektorlaotus	Suletud lõhega injektorlaotus
2015	Veised	5	81	13	1
	Sead		97	3	
2020	Veised	4	64	21	12
	Sead		75	25	
2025	Veised	2	47	28	24
	Sead		52	48	
2030	Veised	0	28	37	35
	Sead		28	72	

Allikas: Õhusaasteainete vähendamise programm

Tabelis 13 on toodud veise- ja seakasvatustes tekkiv ja laotamist vajav vedelsõnniku kogus aastatel 2015-2030 ning vedelsõnniku laotustehnoloogiate prognoositav osatähtsus. Lähtuvalt tabelis 13 toodud andmetest leiti aastate 2020-2030 jaoks prognoositav vedelsõnniku kogus, mis tuleks laotada ja mulda viia avatud ja suletud lõhega injektorlaotuse tehnoloogiat kasutades (tabel 14).

Tabel 13. Veise- ja seakasvatustes tekkiv ja laotamist vajav vedelsõnniku kogus aastatel 2015-2030 ning vedelsõnniku laotustehnoloogiate prognoositav osatähtsus, %

				Paisklaotus, vedelsõnnik, muldaviimine < 12 h		Lohisvooliklaotus, vedelsõnnik, muldaviimine < 12 h		Avatud lõhega injektorlaotus, vedelsõnnik		Suletud lõhega injektorlaotus, vedelsõnnik	
		Loomade arv, 1000	Vedelsõnnik, 1000 tonni	Osakaal	1000 tonni	Osakaal	1000 tonni	Osakaal	1000 tonni	Osakaal	1000 tonni
2015	Veised	256,2	2 092,4	5%	104,6	81%	1 694,8	13%	272,0	1%	20,9
	Sead	304,5	165,4			97%	160,4	3%	5,0		
2020	Veised	264	2 413,8	4%	96,6	64%	1 544,9	21%	506,9	12%	289,7
	Sead	317	172,3			75%	129,2	25%	43,1		
2025	Veised	274	2 661,1	2%	53,2	47%	1 250,7	28%	745,1	24%	638,7
	Sead	337	183,1			52%	95,2	48%	87,9		
2030	Veised	285	2 802,6	0%	0	28%	784,7	37%	1 037,0	35%	980,9
	Sead	357	193,9			28%	54,3	72%	139,6		

Allikas: Õhusaasteainete vähendamise programm; autori arvutused

Tabel 14. Prognoositav laotatava sõnniku koguse muutus erinevate tehnoloogiate puhul aastatel 2020-2030

		Laotatava sõnniku koguse muutus võrreldes eelneva perioodiga erinevate tehnoloogiate puhul, 1000 tonni			
		Paisklaotus	Lohisvooliklaotus	Avatud lõhega injektorlaotus	Suletud lõhega injektorlaotus
2020	Veised	-8,1	-150,0	234,9	268,7
	Sead		-31,2	38,1	
	Kokku	-8,1	-181,2	273,0	268,7
2025	Veised	-43,3	-294,1	238,2	349,0
	Sead		-34,0	44,8	
	Kokku	-43,3	-328,2	283,0	349,0
2030	Veised	-53,2	-466,0	291,9	342,3
	Sead		-40,9	51,7	
	Kokku	-53,2	-506,9	343,6	342,3

Allikas: autori arvutatud

Järgnevalt eeldati, et injektorlaotust võimaldavate seadmete maksimaalne kasutusintensiivsus on 40 000 m³ vedelsõnnikut hooajal seadme kohta. Praegu Eesti turul pakutavate võimsaimate laotusseadmete (30 m³ paakhaagis + sisestusseade) hinnad on vastavalt: avatud lõhega sisestusseadme orienteeruv maksumus 197 000 eurot, suletud lõhega seadmel vastavalt 200 000 eurot. (Kaasik ja Möls, 2018)

Nendest eeldustest lähtuvalt on aastatel 2019-2020 vaja investeerida 7 avatud lõhega ja 7 suletud lõhega injektorlaotuse seadmetesse kokku 2,7 mln eurot (tabel 15). Perioodil 2021-2025 oleks vaja soetada 7 avatud lõhega ja 9 suletud lõhega injektorlaotuse seadet ning vajalik investeering ulatuks 3,2 mln euroni. Aastatel 2026-2030 oleks vaja soetada 9 avatud lõhega ja 9 suletud lõhega injektorlaotuse seadet ning vajalik investeering ulatuks 3,6 mln euroni. Kokku oleks aastatel 2019-2030 vedelsõnniku laotusseadmetesse vaja investeerida 9,5 mln eurot.

Tabel 15. Vedelsõnniku avatud ja suletud lõhega injektorlaotust võimaldavate seadmete vajadus aastatel 2020-2030

	Avatud lõhega injektorlaotus		Suletud lõhega injektorlaotus		Maksumus kokku, mln eurot
	Seadmete arv	Maksumus, mln eurot	Seadmete arv	Maksumus, mln eurot	
2020	7	1,4	7	1,3	2,7
2025	7	1,4	9	1,8	3,2
2030	9	1,8	9	1,8	3,6
Kokku	22	4,5	24	5,0	9,5

Allikas: autori arvutatud

Lisaks tuleb arvestada sellega, et avatud ja suletud lõhega injektorseadmete kasutamine eeldab ka piisava võimsusega veomasinate (traktorite) kasutamist. Näiteks 302 kW mootorivõimsusega nelikveoline traktor Claas AXION 950 – 2016 maksab PRIA hinnakataloogi kohaselt 215 000 eurot. Seega tuleks aastatel 2019-2020 soetada lisaks 14 traktorit kogumaksumusega 2,9 mln eurot, perioodil 2021-2025 16 traktorit kogumaksumusega 3,5 mln eurot ning aastatel 2026-2030 17 traktorit kogumaksumusega 3,9 mln eurot. Perioodil 2019-2030 tuleks traktoritesse investeerida kokku 10,3 mln eurot. Vedelsõnniku laotusseadmetesse ja traktoritesse tuleks aastatel 2019-2030 investeerida kokku 19,8 mln eurot.

Analüüsi piirangud ja määramatused:

- Avatud ja suletud lõhega injektorlaotuse puhul on traktorite kütusekulu suurem kui paisklaotuse ja lohisvooliklaotuse korral. See suurendab nii kulusid kui ka CO₂ ning õhusaasteainete nagu eriti peenete osakeste (PM_{2,5}) ja lämmastikoksiidide (NO_x) heidet.
- Avatud ja suletud lõhega injektorlaotust teostatakse valdavalt teenusena, kuna seadmed ja nende kasutusintensiivsus on üldjuhul ühe põllumajandustootja vajaduste jaoks liiga suured. Ka praegu on turul vastavat teenust võimalik tellida, mis viitab sellele, et selle teenuse ulatuslikum kasutuselevõtt saaks toimuda ka nn turutingimustel.

2.3. Mineraalväetiste laotustehnoloogiad NH₃ heitkoguste vähendamiseks

Mineraalväetiste kasutamisel tekkivat NH₃ heitkogust on võimalik vähendada kui pind, kus võib tekkida NH₃ emissioon, on võimalikult väike. See tähendab, et mineraalväetiste laotamisel peab toimuma väetise kiire mulda viimine. Selleks sobib sissekülvimeetod, mille puhul väetis antakse otse- või kombikülvikuga samal ajal seemnete külvamisega. Selle meetodi eeliseks on see, et NH₃ heitkogus väheneb 80-90% ning väetiste kasutamine muutub tõhusamaks.

Õhusaasteainete vähendamise programmis toodud prognoosi järgi peab selleks, et tagada aastaks 2030 NH₃ heitkoguse vähenemine 1% võrreldes 2005. aastaga taimekasvatustes suureneva mineraalväetiste laotamisel kiire muldaviimise ehk otse- või kombikülvikutega kasutamine osatähtsuseks. Õhusaasteainete vähendamise programmi lisas 1 toodud prognoosi järgi peaks Eesti kohustuste täitmiseks suurendama otse- või kombikülvikutega antava mineraalväetise koguse osakaalu nii nagu on toodud tabelis 16.

Tabel 16. Mineraalväetiste kasutuse ja kiire muldaviimisega laotamise prognoos aastateks 2020, 2025 ja 2030

	2015	2020	2025	2030
Mineraalväetiste kasutus, 1000 tonni	56	57	60	61
Kiire muldaviimisega (otse- või kombikülvik) antava mineraalväetise osatähtsus	16%	23%	26%	30%
Kombikülvikuga laotatud mineraalväetise kogus, 1000 tonni	9,0	13,1	15,6	18,3

Allikas: Õhusaasteainete vähendamise programm; autori arvutused

Õhusaasteainete vähendamise programmis koondatud sisendandmed lähtusid küsitluse „Põllumajanduses kasutatavate tootmistehnoloogiate uuring“ andmetest. Küsitlus viidi läbi 2013. aastal Eesti Maaülikooli majandus- ja sotsiaalinstituudi uuringu „Peamiste tootmisressursside kasutamise efektiivsus Eesti põllumajanduses“ raames. Kasutatavad tootmistehnoloogiad uuriti 2012. aasta seisuga. Uuringu tulemuste kohaselt oli otse- või kombikülvikuid kasutatavate teraviljakasvatusele ja piimatootmisele spetsialiseerunud ettevõtted põllukultuuride osatähtsus kõikide uuringus osalenud ettevõtete põllukultuuride kogupindalast 48%. Eeldusel, et 40% väetisest antakse koos seemnete külvi, leiti eeldatav otse- või kombikülvikutega tera- ja kaunviljadele ning põllumajanduskultuuridele antav mineraalväetise kogus. See moodustas 16% kõikide põllukultuuride väetamiseks kasutatud mineraalväetise kogusest (tabel 16).

Tabelis 16 toodud otse- või kombikülvikutega laotatud mineraalväetise kogus oli aluseks otse- või kombikülvikuga külvatava (ja väetatava) pindala leidmisel, mille põhjal arvutati vajaminev külvikute arv. Vajaminevate otse- või kombikülvikute arvu leidmisel eeldati, et teravilja, kaunvilja ja tehniliste kultuuride pindala (454 254 ha) ning keskmine pind otse- või kombikülviku kohta (250 ha) jäävad 2015. aasta tasemele.

Investeeringuvajaduse leidmiseks kasutati referentstehnoloogiana 6 m haardelaiusega kombikülvikut (seeme+väetis) maksumusega 80 000²¹ eurot. Prognoosi jaoks korrigeeriti maksumust iga-aastase 0,44%-se²² põllumajanduslike investeeringute kaupade ja teenuste ostuhinnaindeksi kasvuga kuni 2030. aastani.

Tehtud arvutuste põhjal on tabelis 17 toodud otse- või kombikülvikutega antava mineraalväetise osatähtsuse eesmärgi saavutamiseks aastatel 2019-2020 vaja soetada 127 otse- või kombikülvikut, mille maksumus kokku on 10,3 mln eurot. Aastatel 2021-2025 on vaja võtta kasutusele lisaks veel 55 masinat, mis vajab investeeringuid summas 4,5 mln eurot. Selleks, et 2030. aastaks saavutada soovitud minareelväetiste kiire muldaviimisega laotustehnoloogia kasutamise osatähtsust taimekasvatuses tuleb perioodil 2026-2030 osta juurde veel 73 otse- või kombikülvikut ning selleks investeerida 6,1 mln eurot. Kokku on aastatel 2019-2030 vaja otse- või kombikülvikute soetamiseks investeerida 20,8 mln eurot.

Tabel 17. Vajaminevate otse- või kombikülvikute arv ning nende soetamiseks vajalike investeeringute kogumaksumus aastateks 2020, 2025 ja 2030

	2015	2020	2025	2030	Kokku
Teravilja, kaunvilja ja tehniliste kultuuride pindala, 1000 ha	454,3	454,3	454,3	454,3	
Väetise kogus otse- või kombikülvikuga väetatud pinna kohta, kg/ha	129	123	126	132	
Otse- või kombikülvikuga külvatav ja väetatav pind, 1000 ha	72,7	104,5	118,1	136,3	
Keskmine väetatud pind külviku kohta, ha/külvik	250	250	250	250	
Vajaminev külvikute arv	291	418	472	545	
Täiendavalt vajaminevate külvikute arv võrreldes eelmise perioodiga	-	127	55	73	254
Täiendavalt vajaminevate külvikute käibemaksuta maksumus (vajalik investeering), mln eurot	-	10,3	4,5	6,1	20,8

Allikas: autori arvutatud

²¹ Keskmine hind 2018. aastal. (PRIA andmebaas <https://epria.pria.ee/epria2/hinnakataloog/#/valideeritud>)

²² Arvutatud Statistikaameti (<https://www.stat.ee/>) andmebaasi IA149: Põllumajandussaaduste tootmise vahendite ostuhinnaindeks, 2005 = 100 (kvartalid), 2003. ja 2017. aastate hinnaindeksite alusel.

Otsekülvi tehnoloogia puhul tehakse vähem mullaharimisoperatsioone ja hoitakse seega kokku masintööde kulusid. Lisaks kaasneb otsekülvi puhul positiivne mõju mulla kvaliteedile (huumusevaru suureneb, mullaasukate (eelkõige vihmausside) arvukus suureneb, erosioon väheneb, toitainete ärakanne sademete mõjul väheneb) (Viil, 2017). Väljaandes “Kattetulu arvestused taime- ja loomakasvatustes 2018”. (Maamajanduse Infokeskus, 2018) on toodud masinatöö kulud 1 ha erinevate põllukultuuride pindala kohta nii künnipõhise harimise kui otsekülvi korral. Tabelis 18 on näidatud masinatööde maksumus ha kohta põllukultuuride keskmise saagikuse 4,5 t/ha juures. Arvutustest selgub, et keskmiselt toob otsekülvi tehnoloogia kasutamine 88,5 eurot/ha kokkuhoiu masinatööde kulude pealt.

Tabel 18. Kokkuhoid masinatöödelt otsekülvi puhul võrreldes künnipõhise mullaharimisega, 2018

	Masintööd, künnipõhine, eurot/ha	Masintööd, otsekülv, eurot/ha	Vahe, eurot/ha
Oder	374,69	286,20	-88,5
Kaer	406,50	318,37	-88,1
Suvinisu	431,82	343,68	-88,1
Talinisu	429,42	340,85	-88,6
Rukis	427,36	338,79	-88,6
Tritik	422,58	334,01	-88,6
Suviraps	406,99	318,42	-88,6
Taliraps	414,79	326,22	-88,6
		Keskmine	-88,5

Allikas: autori arvutused Kattetulu arvestused...(2018) andmete põhjal

Arvestades sellega, et otsekülvi aluse pinna suurenemisega kaasneb vajadus võtta kasutusele otse- või kombikülvikud (tabelid 16 ja 17), leiti kui suur on kokkuhoid aastas masinatöödelt kui otsekülvi alune pind suurenev künnipõhise mullaharimise arvelt. Tabelist 19 selgub, et arvestuslik kokkuhoid masinatööde kulude pealt on perioodil 2019-2030 kokku 47,7 mln eurot, kogu investeeringuvajadus on aga 20,8 mln eurot. Seega võiks otsekülvi (ja mineraalväetiste külviaegse mulda viimise) tehnoloogia laiem kasutuselevõtt olla kulutõhus, st sääst otsestelt kuludelt on suurem kui vajalike investeeringute maksumus²³.

Tabel 19. Kokkuhoid otsekülvi aluse pindala suurenemisest võrreldes künnipõhise mullaharimisega

Aasta	Pind otsekülvi all, 1000 ha	Täiendav pind otsekülvi all võrreldes 2015. aastaga, 1000 ha	Kokkuhoid aastas masintöödelt, mln eurot
2015	72,7		
2019	98,1	25,4	-2,3
2020	104,5	31,8	-2,8
2021	107,2	34,5	-3,1
2022	109,9	37,2	-3,3
2023	112,7	40,0	-3,5
2024	115,4	42,7	-3,8
2025	118,1	45,4	-4,0
2026	121,7	49,1	-4,3
2027	125,4	52,7	-4,7
2028	129,0	56,3	-5,0
2029	132,6	60,0	-5,3
2030	136,3	63,6	-5,6
		Kokku kokkuhoid masintööde kulult, mln eurot	-47,7
		Kokku investeeringuvajadus, mln eurot	20,8

Allikas: autori arvutatud

²³ Lisaks otsekülvi tehnoloogiale on Eestis kasutusel ka pindharimise tehnoloogia, mille puhul samuti antakse seeme ja väetis kombikülvikuga. Pindharimise tehnoloogia puhul on keskmine masintööde kokkuhoid võrreldes künnipõhise tehnoloogiaga 42,9 eurot/ha. Aastatel 2019-2030 säästaks see tehnoloogia võrreldes künnipõhise tehnoloogiaga masintöödelt 23,1 mln eurot ehk sääst oleks suurem kui külvikutesse investeerimise kulu.

Lisaks tuleb otsekülvi (aga ka pindharimise) tehnoloogia puhul arvestada sellega, et see eeldab künnipõhise mullaharimisega võrreldes suuremaid kulutusi herbitsiididele (glüfosaadile). Kogumiku Kattetulu arvestused...(2018) põhjal on herbitsiidi Glyphomax 480 ühe korra pritsimise kulu 12 eurot/ha. Aastatel 2003-2017 suurenes taimekaitsevahendite ostuhinnaindeks Statistikaameti (2019) andmetel keskmiselt 1,4% aastas. Kui eeldada, et otsekülvi puhul pritsitakse herbitsiidide üks kord rohkem kui künnipõhise mullaharimise puhul, siis otsekülvi tehnoloogia ulatuslikuma kasutuselevõttuga kaasneks aastatel 2019-2030 täiendav kulu herbitsiididele summas 7,2 mln eurot (tabel 20).

Seega kaasneb perioodil 2019-2030 otsekülvi tehnoloogia kasutusele võtmine tabelis 17 toodud ulatuses investeeringute vajadus otse- või kombiküvikutesse summas 20,8 mln eurot. Masintööde pealt on võimalik säästa 47,7 mln eurot, kuid tuleb arvestada täiendava kuluga herbitsiididele summas 7,2 mln eurot. Kokkuvõttes on seega tegemist kulutõhusa meetmega, mis võiks põllumajandustootjatele perioodil 2019-2030 säästa 19,7 mln eurot.

Tabel 20. Täiendav kulu herbitsiididele otsekülvi aluse pindala suurenemisel võrreldes künnipõhise mullaharimisega

Aasta	Pind otsekülvi all, 1000 ha	Täiendav pind otsekülvi all võrreldes 2015. aastaga, 1000 ha	Täiendav herbitsiidide kulu, mln eurot
2015	72,7		
2016	79,0		
2017	85,4		
2018	91,8		
2019	98,1	25,4	0,3
2020	104,5	31,8	0,4
2021	107,2	34,5	0,4
2022	109,9	37,2	0,5
2023	112,7	40,0	0,5
2024	115,4	42,7	0,6
2025	118,1	45,4	0,6
2026	121,7	49,1	0,7
2027	125,4	52,7	0,7
2028	129,0	56,3	0,8
2029	132,6	60,0	0,8
2030	136,3	63,6	0,9
		Kokku täiendav kulu herbitsiididele, mln eurot	7,2

Allikas: autori arvutatud

Analüüsi piirangud ja määramatused:

- Otsekülvi tehnoloogiale üleminekut mõjutavad mitmed tegurid, mida käesoleva analüüs arvesse ei võtnud. Otsekülvi tehnoloogia kasutamine ei pruugi olla ühtviisi mõistlik ja võimalik igasugustel muldadel. Samuti ei pruugi see olla kõikide põllumajandustootjate jaoks eelistatud tehnoloogia.
- Otsekülvi tehnoloogia hõlmab herbitsiidide (glüfosaadi) kasutamist, kuna koristuse järgselt ning külvi eelselt põllule kasvanud taimestikust on vaja vabaneda. Herbitsiidide kasutamine on tundlik teema ja ei saa välistada, et glüfosaadi kasutamine 2030. aasta perspektiivis keelustatakse. Juhul kui glüfosaadi kasutamine keelustatakse, siis 2018. aastal ei ole täit selgust, millised preparaadid võiks seda edukalt asendada. Suurem herbitsiidide kasutamise vajadus võib olla üks tegur, mille tõttu otsekülvi tehnoloogia ei ole kõigi põllumajandustootjate jaoks eelistatud.
- Investeering otsekülvi tehnoloogiasse võib olla küll pikemas perspektiivis tasuv, kuid investeeringute tegemist võivad takistada põllumajandustootjate krediidi piirangud (omafinantseerimise ja laenu raha kaasamise võimekus), samuti ebakindlus glüfosaadi kasutamise võimaluste osas tulevikus.
- Kaasik (2018) juhib tähelepanu asjaolule, et taimekasvatustes suureneb leheväetiste kasutamise osatähtsus. Kui sellega kaasneb koos seemnega antava mineraalväetise koguse või osatähtsuse vähenemine, siis võib otsekülvi tehnoloogiale ülemineku mõju NH_3 heitele olla tagasihoidlikum kui käesoleva analüüsi lähteandmetes eeldatud.

- Andmed otsekülvi osatähtsuse kohta pärinevad 2013. aastal Eesti Maaülikooli majandus- ja sotsiaalinstituudi poolt läbi viidud uuringust. Käesolevas analüüsis on eeldatud, et sama tulemus iseloomustas Eesti põllumajandust ka 2015. aastal. On võimalik, et otsekülvi osatähtsus on suurem kui on eeldatud käesolevas analüüsis, mistõttu tuleks andmeid uuendada ja täpsustada.

Kokkuvõte ja järeldused

Teatavate õhusaasteainete riiklike heitkoguste vähendamise direktiivi 2016/2284/EL lisas III toodud meetmete Eestis rakendamise võimalikkus

Eelneva ülevaate ja lühianalüüsi põhjal võib öelda, et raamjuhendi (ja ka ammoniaagijuhendi) NH_3 heitkoguste kontrollimise meetmed on Eesti kontekstis aktsepteeritavad ja pikemas perspektiivis kõik rakendatavad. Meetmete abil on NH_3 heitkoguste kontrollimine võimalik, kui on teada, milliseid meetodeid kasutatakse Eestis looma- ja taimekasvatustes. Praegu puudub üksikasjalik ülevaade lämmastiku sisendite ja väljundite kogustest Eesti põllumajanduses, mis on vajalik kogu lämmastikuringet arvestava lämmastiku käitlemise meetme jaoks. Samuti ei ole täpselt teada toorproteiini sisaldus kariloomade söötades, mis teeb meetme „Kariloomade söötamise strateegiad“ rakendamise hetkel võimatuks. Meetme „Vähesaastavad loomapidamise süsteemid“ rakendamine sõltub loomakasvatushoonetes kasutatavatest lahendustest ja süsteemidest, kuid terviklik ülevaade nendest praegu puudub. Nende kolme meetme (lämmastiku käitlemine, arvestades kogu lämmastikuringet; kariloomade söötamise strateegiad; vähesaastavad loomapidamise süsteemid) rakendamine nõuaks eeldatavalt küllalt palju aega, kuid süsteemuse tõttu oleks nende mõju pikaajaline ning nendega võib kaasneda muu positiivne mõju nt keskkonnale ja loomahealule.

Seega võiks lähemas perspektiivis eelkõige eelistada meetmeid „Vähesaastavad sõnnikulaotustehnikad“, „Vähesaastavad sõnnikuladustamistehnikad“ ning „Mineraalväetiste kasutamisest tekkinud ammoniaagi heitkoguste piiramise võimalused“. Vastavad tehnoloogiad on Eestis osaliselt juba ka kasutusele võetud. Arvestades Eesti kohustusliku NH_3 heitkoguse vähendamise tähtaega peavad rakendatavad meetmed olema suhteliselt kiire mõjuga. Meetmel „Vähesaastavad sõnnikulaotustehnikad“ on potentsiaali oluliselt vähendada NH_3 heitkogust, kui minna üle vedelsõnniku injektorlaotustehnoloogiale ja/või viia nii vedel- kui ka tahkesõnnik võimalikult kiiresti mulda. Osaliselt on vajalik tehnika põllumajandustootjatel olemas, riigil tuleks soodustada nende meetodite kasutuselevõttu kõigil tootjatel. Mis puudutab meetet „Vähesaastavad sõnnikuladustamistehnikad“, siis Eestis kasutatakse praegu sõnnikuhoidlates peamiselt loomuliku koorikuga katmise viisi, kuid NH_3 emissiooni vähendamise seisukohast oleks tõhusam asendada loomulik koorik nt nn hermeetilise kattega ja katta tahkesõnnik nt plastikkattega (ka teised ammoniaagijuhendi esimese kategooria meetodid oleksid palju efektiivsemad). Meede „Mineraalväetiste kasutamisest tekkinud ammoniaagi heitkoguste piiramise võimalused“ pakub kas üldse keelata karbamiidi- ja ammooniumipõhiste väetiste kasutamise või muuta nende kasutamise meetodeid. Väetiste külviaegne muldaviimine koos seemnetega vähendab samuti ammoniaagi emissioone, kuid see meetod on (otsekülvi näol) juba kasutusel ning selle meetodi täiendav potentsiaal NH_3 emissioonide vähendamisel ei ole kuigi suur.

Kui direktiivis 2016/2284/EL on ette nähtud NH_3 heitkoguste kontrollimiseks HPT riikliku soovitusliku juhendi kehtestamine, siis olemasolev HPT (2007) ja ka Veeseadus ning määrus Veekaitse nõuded väetise- ja sõnnikuhoidlatele ning siloladustamiskohtadele ja sõnniku, silomahla ja muude väetiste kasutamise ja hoidmise nõuded juba toetavad Eesti riiklike heitkoguste vähendamise kohustuste täitmist, kuid HPT vajab täiendamist just NH_3 heitkoguse vähendamise aspektist lähtuvalt. Samuti oleks mõistlik võtta uuendatud juhendi tutvustamine teadmussiirde pikaajaliste programmide kavasse, et põllumajandussektoris antud teemal teadlikkust suurendada.

Ammoniaagi heitmete vähendamiseks vajalikud investeeringud

Ammoniaagi heitmete vähendamiseks vajalike investeeringute ja kulude kokkuhoiu analüüs lähtus mitmest eeldusest. Eeldati, et piimalehmade arv suureneb aastaks 2030 9% võrreldes 2015. aastaga ning keskmine piimatoodang lehma kohta suureneb 18%. Seoses sellega suureneb prognoosi kohaselt ka vedelsõnniku kogus veisekasvatustes ning lisanduva vedelsõnniku ladustamiseks tuleb rajada uusi rõngasmahuteid. Eeldati, et kõik uued rõngasmahutid on kinnised. Lisaks võeti arvesse, et ka olemasolevates sõnnikuhoidlates on vaba ruumi, mida on võimalik täita kuni 96%-ni projekteeritud mahutavusest. Analüüsi põhiosas eeldati, et vedelsõnnikuhoidlad peavad mahutama 8 kuu sõnniku

koguse. Investeeringute maksumuse arvestamisel korrigeeriti 2018. aasta hindu vastavate sisendite hinnaindeksite keskmise juurdekasvuga viimasel 10 või enamal aastal (sõltuvalt statistiliste andmete kättesaadavusest). Sõnnikuhoidlate puhul eeldati, et nende projekteerimine, asjaajamisega seotud kulud ning kasutusest jäävate laguunide utiliseerimise kulud moodustavad kokku 15% uute sõnnikuhoidlate rajamise maksumusest. Vedelsõnniku injektorlaotuse seadmete puhul arvestati, et lisaks on vaja soetada võimsad traktorid, mis jaksaks neid seadmeid vedada. Otsekülvi tehnoloogia puhul arvestati, et sellega kaasneb võrreldes künnipõhise mullaharimisega masintöö kulude kokkuhoid, kuid lisandub taimekaitsevahendite kulu. Antud analüüsi arvutuste lähtealuseks võeti investeeringute vajadus kokku mitte lähtuvalt ettevõtete arvust ja vajadustest eraldi, mis tähendab, et investeeringuvajadus võib olla tegelikult suurem. Kui arvestada, et tüüpiline sõnnikuhoidla on näiteks 4500 m³, siis ettevõttel ei pruugi olla nii palju loomi, et ta kasutaks kogu seda 4500 m³ efektiivselt ära. Kui ei ole võimalik saavutada sellist kasutusefektiivsust (96%) nagu arvestatud käesoleva uuringu arvutustes, võib see tähendada, et hoidlaid on vaja ehitada rohkem kui käesolevas analüüsis arvestatud.

Ammoniaagi heitmete vähendamiseks vajalikud investeeringud, kaasnevate kulud ja kulude kokkuhoid aastatel 2019-2020, 2021-2025 ja 2026-2030 on kokkuvõtvalt esitatud tabelis 21. Kõige kulukam meede on kaetud sõnnikuhoidlate rajamine ja olemasolevate rõngasmahutite katmine, mis koos transaktsioonikuludega maksaks perioodil 2019-2030 kokku 92,0 miljonit eurot. Vedelsõnniku injektorlaotuse seadmed ja traktorid maksaks samal perioodil kokku 19,8 miljonit eurot. Võttes arvesse nii investeeringute maksumust kui täiendavat kulu taimekaitsevahenditele vähendaks otsekülvi tehnoloogia ulatuslikum rakendamine sektoris kulusid 19,7 miljoni euro võrra.

Tabel 21. Ammoniaagi heitmete vähendamiseks vajalikud investeeringud, kaasnevate kulud ja kulude kokkuhoid aastatel 2019-2020, 2021-2025 ja 2026-2030

	2019-2020	2021-2025	2026-2030	Kokku
Uute kinniste rõngasmahutite maksumus veisekasvatases, mln eurot	18,3	24,1	35,1	77,5
Uute kinniste rõngasmahutite maksumus seakasvatases, mln eurot	0	1,0	1,2	2,2
Olemasolevate rõngasmahutite katmise maksumus seakasvatases, mln eurot	0,1	0,1	0,2	0,4
Sõnnikuhoidlate rajamisega seotud transaktsioonikulud, mln eurot	2,8	3,8	5,5	12,1
Vedelsõnniku laotustehnoloogia maksumus, mln eurot	2,7	3,2	3,6	9,5
Investeeringut traktoritesse, mln eurot	2,9	3,5	3,9	10,3
Investeeringud otsekülvikutesse, mln eurot	10,3	4,5	6,1	20,9
Täiendav kokkuhoid aastas masintöödelt otsekülvi puhul, mln eurot	-5,1	-17,7	-24,9	-47,7
Täiendav kulu taimekaitsevahenditele otsekülvi puhul, mln eurot	0,7	2,6	3,9	7,2
Kokku, mln eurot	32,7	25,1	34,6	92,4
.. sh investeeringute vajadus, mln eurot	34,3	36,4	50,1	120,8

Allikas: autori arvutatud

Kaetud sõnnikuhoidlate rajamine on samal ajal kõige kulukam, aga põllumajandustootjate seisukohalt ka kõige vähem tootlik meede. Turutingimustel ja senise toetussüsteemi abil on asunud investeerima vedelsõnniku injektorlaotuse seadmetesse ja seda laotusteenust turul ka pakutakse. Otsekülvi tehnoloogia säästab põllumajandustootja kulusid ja sellel on positiivne mõju ka mullakaitse seisukohast, kuid eeldab ulatuslikku herbitsiidide (glüfosaadi) kasutamist. Ebaselgus glüfosaadi tulevikus kasutamise võimaluste osas suurendab määramatust selle meetme potentsiaali osas. Meetmete rakendamisel tuleks eelistada neid, mida on asunud kasutama juba praegu nn turutingimustel.

Lisaks tuleb arvestada, et antud valdkonnas ja analüüsis on mitmeid tegureid, mis suurendavad määramatust. Need puudutavad eelkõige:

- NH₃ heitkoguseid vähendavate meetodite täiendavat uurimist, kuna paljud meetodid on praegu nn II või III kategooria meetodid, mille mõju ei ole veel piisavalt uuritud ja teaduslikult kinnitatud. Samas võivad need meetodid olla väga perspektiivikad, suure mõjuga ja kulutõhused.
- Kuigi Eesti põllumajandustootjad on alates 2001. aastast teinud väga suuri investeeringuid nii ehitistesse, rajatistesse kui seadmetesse, puudub neist piisavalt täpne ülevaade, mistõttu võivad NH₃ heitkoguste inventuuri alusandmed olla liiga üldised ning heitkoguste suurus üle hinnatud.

- Vajalike investeeringute prognoos lähtub põllumajandustootmise ulatuse, intensiivsuse ja kogutoodangu prognoosidest, kuid nende prognooside tegemiseks ei ole kasutatud majanduslikult põhjendatud mudeleid.
- NH₃ heitkoguseid vähendavate meetmete puhul tuleks arvestada ka nende mõju KHG emissioonidele, mullastikule, pinna- ja põhjaveele ning elurikkusele.

Seega on paralleelselt NH₃ heitkoguste vähendamiseks vajalike meetmete kasutamisele äärmiselt oluline ka neid puudutavate alusandmete täpsustamine, prognooside kvaliteedi suurendamine ning põllumajandussektori ettevõtjate, esindusorganisatsioonide, ametnike, nõustajate, õpetajate, õppejõudude ja teadlaste teadlikkuse suurendamine.

Kasutatud kirjandus

- Dalgaard, T., Børgesen, C. D., Hansen, J. F., Hutchings, N. J., Jørgensen, U. and Kyllingsbæk, A. (2004). How to half N-losses, improve N-efficiencies and maintain yields? The Danish case. Contribution to The 3rd International Nitrogen Conference (N2004). Nanjing, China. 12-16 October 2004. https://www.researchgate.net/publication/228741354_How_to_half_N-losses_improve_N-efficiencies_and_maintain_yields_The_Danish_case
- Dalgaard, T. and Cordovil, C.M.d.S. (2017). Nutrient budgeting for farm and environmental management – examples from contrasting farm types. In: Science and policy: nutrient management challenges for the next generation. (Eds L. D. Currie and M. J. Hedley). <http://flrc.massey.ac.nz/publications.html>. Fertilizer and Occasional Report No. 30. Fertilizer and Lime Research Centre, Massey University, Palmerston North, New Zealand. http://flrc.massey.ac.nz/workshops/17/Manuscripts/Paper_Dalgaard_2017.pdf
- Direktiiv 2016/2284/EL. Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv (EL) 2016/2284, 14. detsember 2016, mis käsitleb teatavate õhusaasteainete riiklike heitkoguste vähendamist, millega muudetakse direktiivi 2003/35/EÜ ning tunnistatakse kehtetuks direktiiv 2001/81/EÜ (EMPs kohaldatav tekst). <http://data.europa.eu/eli/dir/2016/2284/oj>
- ELLE OÜ. (2015). Aastaringisel karjatamisel olevate põllumajandusloomade mõju vähendamiseks veekaitse meetmete väljatöötamine. Lõpparuanne. *Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ (ELLE OÜ)*. https://www.envir.ee/sites/default/files/karjatatavate_põllumajandusloomade_veekaitse_aruanne_elle_080316.pdf
- EPJ. (2019). Kontrollaasta toodang maakondades ja vabariigis 2018. *Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontroll*. <https://www.epj.ee/assets/tekstid/piimaveised/aastaaranded/2018/ka2018.pdf>
- ES. (2018). Põllumajanduslikud tootmismeetodid. *Statistikaameti andmebaas*. http://pub.stat.ee/px-web.2001/Database/Majandus/13Pellumajandus/04Pellumajanduslike_majapidamiste_struktuur/045Tootmismeetodid/045Tootmismeetodid.asp
- ES. (2019). PM170 Loomad ja Linnud. *Statistikaameti andmebaas*.
- Estonia's NIR. (2018). Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2016. National inventory report (NIR). *The Ministry of the Environment*. <https://unfccc.int/documents/65710>
- Framework Code for Good Agricultural Practice for Reducing Ammonia Emissions. (2015). *United Nations Economic Commission for Europe*. <http://www.unece.org/index.php?id=41358>
- Guidance document on preventing and abating ammonia emissions from agricultural sources. (2014). *United Nations Economic Commission for Europe*. https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2012/EB/ECE_EB.AIR_120_ENG.pdf
- Hutchings, N. J., Nielsen, O.-K., Dalgaard, T., Mikkelsen, M. H., Børgesen, C. D., Thomsen, M., Ellermann, T., Højberg, A. L., Mogensen, L. and Winther, M. (2014). A nitrogen budget for Denmark; developments between 1990 and 2010, and prospects for the future. *Environmental Research Letters*, Volume 9, Number 11. doi:10.1088/1748-9326/9/11/115012
- Innovative solutions for SUSTAINABLE MANAGEMENT OF NITROGEN. Conference proceedings. (2017). *Aarhus University and the dNmark.org Research Alliance*.
- Kaasik, A. (2018a). Eesti sõnnikukäitluse ja lautade tehnoloogiate andmebaas. Excel.
- Kaasik, A. (2018b). Parim võimalik tehnika (PVT) veisekasvatuse kliimamuutuste ning NEC direktiivi kontekstis. Tartumaa põllumeeste liidu korraldatud infopäevade „Parim võimalik tehnika veisekasvatuse” (24.07.2018 ja 26.07.2018) materjal. <https://www.pikk.ee/wp-content/uploads/2018/07/Parim-v%C3%B5imalik-tehnika-PVT-veisekasvatuse-kliimamuutuste-ning-NEC-direktiivi-kontekstis.pdf>
- Kaasik, A., Möls, M. (2018). Loomakasvatusest eralduvate saasteainete heitkoguste inventuurimetoodikate täiendamine ja heite vähendamistehnoloogiate kaardistamine. *Eesti Maaülikool, Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ*. https://www.envir.ee/sites/default/files/nh3_eriheite_ja_sonnikukaitlustehnoloogiate_ajaloolise_ulevaate_lop_paruanne_0.pdf
- Kattetulu arvestused taime- ja loomakasvatuse. (2018). *Maamajanduse Infokeskus*. <https://www.maainfo.ee/data/trykis/kattetulu/KATTETULU2018.pdf>

- Küsitluse „Põllumajanduses kasutatavate tootmistehnoloogiate uuring“ andmed. Küsitlus oli läbi viidud 2013. aastal Eesti Maaülikooli majandus- ja sotsiaalinstituudi poolt projekti „Peamiste tootmisressursside kasutamise efektiivsus Eesti põllumajanduses“ raames.
- Lillemets, J., Aro, K., Leola, T., Mõtte, M. (2018). Veeseaduse nõuetest tulenevate põllumajandustootjate investeringuvajaduste analüüs. Aruanne. *Eesti Maaülikooli majandus- ja sotsiaalinstituut*. http://epkk.ee/wp-content/uploads/2018/12/Hoidlad_laotamine_aruanne-04052018.pdf
- Luik, H., Viira, A.-H. (2016). Söötmis-, lüpsi- ja sõnnikusüsteemid Eesti piimakarjalautades. *Agraarteadus*, XXVII (2) 92–107.
- Nordic nitrogen and agriculture. Policy, measures and recommendations to reduce environmental impact. (2017). Environment and Economy Group (MEG), Nordiska ministerrådet sekretariat, *Nordic Council of Ministers*. <http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:1135119/FULLTEXT01.pdf>
- Overview of the Danish regulation of nutrients in agriculture & the Danish Nitrates Action Programme. cf. Council Directive of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources (91/676/EEC) (2017). *Ministry of Environment and Food of Denmark*. <https://eng.mst.dk/media/186211/overview-of-the-danish-regulation-of-nutrients-in-agriculture-the-danish-nitrates-action-programme.pdf>
- PRIA hinnakataloog. <http://www.pria.ee/et/ePRIA/eteenusteniimekiri/hinnakataloog>
- Rooma, L., Valdmaa, T. (2007). Hea põllumajandustava. *Põllumajandusministeerium*. <http://www.digar.ee/id/nlib-digar:13776>
- RT I, 04.07.2017, 50. Veeseadus. (redaktsiooni kehtivus 01.01.2018-30.11.2018). *Riigi Teataja*. <https://www.riigiteataja.ee/akt/104072017050>
- RT I, 16.07.2014, 8. Eri tüüpi sõnniku toitaine sisalduse arvestuslikud väärtused, sõnnikuhoidlate mahu arvutamise meetodika ja põllumajandusloomade loomühikuteks ümberarvutamise koefitsiendid. (redaktsiooni kehtivus 19.07.2014-30.09.2019). *Riigi Teataja*. <https://www.riigiteataja.ee/akt/116072014008>
- RT I, 16.08.2016, 6. Veekaitsenõuded väetise- ja sõnnikuhoidlatele ning siloladustamiskohtadele ja sõnniku, silomahla ja muude väetiste kasutamise ja hoidmise nõuded. (redaktsiooni kehtivus 19.08.2016-hetkel kehtib). *Riigi Teataja*. <https://www.riigiteataja.ee/akt/116082016006>
- RT I, 22.02.2019, 32. Veeseadus. (redaktsiooni kehtivus 04.03.2019-30.09.2019). *Riigi Teataja*. <https://www.riigiteataja.ee/akt/122022019032>
- RT I, 25.09.2018, 4. Alltegevusvaldkondade loetelu ning künnisvõimsused, mille korral on käitise tegevuse jaoks nõutav kompleksluba. (redaktsiooni kehtivus 28.09.2018-hetkel kehtib). *Riigi Teataja*. <https://www.riigiteataja.ee/akt/125092018004>
- Viil, P. (2017). Minimeeritud mullaharimine ja otsekülv. Taimekasvatuse pikaajaline programm. *Eesti Taimekasvatuse Instituut*. <https://www.pikk.ee/upload/files/Otseklv-minimeeritud-mullaharimine.pdf>

Lisa 1

Hetkel kehtiva HPT (Rooma ja Valdmaa, 2007) kohustuslike ja soovituslike juhiste väljavõte, mis autorite hinnangul vähemalt osaliselt kattuvad raamjuhendi²⁴ ja ammoniaagijuhendi²⁵ soovitatud meetmetega ning otseselt või kaudselt toetavad ammoniaagi heitkoguse vähendamist.

Rohelise värviga on märgistatud HPT soovituslik juhised ja punase värviga kohustuslik. Mustaks on jäetud need juhised või punktid, mis autorite arvates otseselt ei puutu selles töös hinnatavatesse meetmetesse. Värviline tekst ei pruugi kattuda HPT-s värviliseks tehtud tekstiga.

Põllumajanduse ja keskkonnakaitse vahelised seosed

- Parima võimaliku tehnika toimimise tagamiseks tuleb suurtootjatel rakendada keskkonjauhtimissüsteemi elemente.
- Parima võimaliku tehnika rakendamine on soovitatav kõigis ettevõtetes, kus võib esineda oluline negatiivne keskkonnamõju.

Veehoid

- Veekaitsevööndis on keelatud väetiste, keemiliste taimekaitsevahendite ja reoveesette kasutamine ning sõnnikuhoidla või -auna paigaldamine.
- Väikejärvede kaitseks reostamise eest on soovitatav kasutada vähem väetisi ja mürgkemikaale järve kallastel ja eelkõige järvesuunalistel suure kallakusega maadel, väikeste lõheliste või vähkide elupaikadeks olevate jõgede läheduses.

Muldade säästev kasutamine ja kaitse

- HPT aluseks muldade kasutamisel on oma muldade tundmine. Mullaviljakuse säilitamine ja taastootmine on väga oluline.
- Mulla eest hoolitsemine tähendab hea mullastruktuuri loomist, mulla bioloogilise aktiivsuse ja tootmisvõime säilitamist ja suurendamist. Hea mullastruktuuri saavutamiseks tuleb:
 - rakendada mullale sobivat viljavaheldust või külvikorda, arvestades maade kasutussobivusega;
 - anda mulda piisavas koguses orgaanilist ainet, vajadusel kasutada järel- ja vahekultuure;
 - ajastada ja korraldada mullaharimist nii, et mulla struktuur ei kahjustuks;
 - kasutada sellist põllumajandustehnikat (eelkõige harimistehnikat), millega ei kaasneks mullaprofiili lõhkumist;
 - võtta regulaarselt mullaproove, et saada pilti mulla seisundist ja toitainesisaldusest, mis on aluseks tasakaalustatud väetamisele ning vajadusel muldade lupjamisele.
- HPT vältimatu tingimus on mullaseisundi hindamine ja mulla seisundile vastav tegutsemine.

Väetised ja väetamine

- Kompleksväetiste kasutamine võimaldab ühtlasemat väetamist ja kulutuste vähendamist väetiste küvil ja transpordil.
- Suuremaid saake tuleb taotleda väetise efektiivsema kasutamise teel.
- Taimede väetamisel on eesmärgiks mulla toitainete tasakaalu säilitamine. Toitainete tasakaalu säilitamiseks tuleb arvestada saagi suurust, külvikorda, mulla omadusi ja muid taimekasvutingimusi.
- Võimaluse korral tuleb kasutada paiklikku väetamist.
- Et tagada väetamise efektiivsus ja täpsus, peavad väetiselaoturid olema tehniliselt korras ja korralikult reguleeritud, hoolega tuleb jälgida tööde²⁶ täpset kattumist.
- Sõnniku kasutamisel saadakse efektiivsem tulemus, kui mõõdukale sõnnikukogusele lisaks antakse täiendav annus mineraalväetisi.

²⁴ ÜRO Euroopa Majanduskomisjoni 2014. aasta hea põllumajandustava raamjuhend ammoniaagi heitkoguste vähendamiseks.

²⁵ Ajakohastatud ÜRO Euroopa Majanduskomisjoni juhenddokument aastast 2014 põllumajandusest pärineva ammoniaagi heitkoguste ennetamise ja vähendamise kohta.

²⁶ Tööd on laoturi töökäigud ilma pöördribadeta.

- Sõnniku laotamisel on tähtis laotamise ühtlus, mis tagab ühtlase mullaharimise kvaliteedi ja ühtlase taimede toitainetega varustamise, seega ka ühtlase kasvu, seisu- ja haiguskindluse ning samaaegse valmimise.
- Sõnnikut tohib laotada ainult töökorras oleva sõnnikulaotajaga, mis sobib olemasoleva sõnnikutüübi laotamiseks. Laotamismasinade töö täpsust ja vastavust planeeritud annusele ning töö ühtlust tuleb kontrollida.
- Sõnnik (nii tahe- kui vedelsõnnik) tuleb peale laotamist võimalikult kiiresti mulda viia.
- Silomahla ja vadaku laotamisel tuleb need segada veega vahekorras 1:1. Veega segatud silomahla ja vadakut võib ühe hektari kohta laotada kuni 30 tonni aastas.
- Väetiste laotamine on keelatud: perioodiliselt ülejutatud või veega küllastunud alal;
- Orgaanilisi ja mineraalväetisi ei tohi laotada 1. detsembrist kuni 31. märtsini ja muul ajal, kui maapind on kaetud lumega või külmunud.
- Maapind loetakse lumega kaetuks, kui see on rohkem kui 10 cm lumega kaetud kauem kui 24 tundi. Külmunuks loetakse maa, mis on külmunud rohkem kui 5 cm sügavuselt kauem kui 24 tundi.
- Väetisi tuleb ajaliselt ja koguseliselt kasutada nii, et toitainete kaod ning nende kandumine veekogudesse oleks välditud või võimalikult minimaalne.
- Mineraalseid lämmastikväetisi tuleks anda kevadel külvatavatele kultuuridele külvi eel mullaharimise alla, paikliku väetamisega koos kultuuri külvi või pealtväetisena kasvavale kultuurile.
- Orgaanilisi väetisi saanud taliteraviljadele sügisel lämmastikväetisi ei anta. Need antakse kevadel pealtväetisena siis, kui maa on tahenenud ja taimede vegetatsiooniperiood on alanud.
- Kasvuaegselt võib anda lämmastikväetisi rohumaadele pealtväetisena pärast niitmist või karjatamist kuni augusti keskpaigani.
- Sügisperioodil, pärast 1. septembrit, võib mineraalseid lämmastikväetisi erandkorras anda vaid taliteraviljadele koos külvielse mullaharimisega kuni 30 kg N/ha või põhu sissekünnil kuni 10 kg N/ha.
- Tahesõnniku kõige optimaalsem laotamise aeg on sügis, taliviljadele kesakünni alla, muul puhul sügiskünni alla. Sügisel tuleks sõnnikut laotada võimalikult hilja, kuid siiski enne maapinna külmumist ja vahetult enne kündi.
- Mida hiljem sügisel sõnnikut laotatakse, seda väiksem on toitainete väljauhtumise oht – maa külmumiseni on vähe aega ning orgaaniliselt seotud lämmastik ei jõua muutuda nitraatioonideks.
- Vedelsõnnikut tuleks laotada kevadel enne kevadkündi või juba tärganud teraviljadele ja kasvu alustanud kõrreliste heintaimedele.
- Kasvatavatele kultuuridele võib vedelsõnnikut laotada ainult spetsiaalse lohisvoolik- või paikmanustusseadmetega varustatud laoturiga.
- Vedelsõnniku laotamise aja valikul tuleks arvestada naabritega, eriti asulate ümbruses. Laotamisel on ammoniaagi lendumine ja seega ka ebameeldiva lõhna levimine suurem sooja, tuulise ja päikesepaistelise ilmaga. Mõistlik on vältida sõnnikuvedu ja laotamist suveperioodi nädalalõppudel või pühade ajal.
- Teadliku ja keskkonnasäästliku väetamise aluseks on väetamisplaan.
- Põllumajandustootja peab pidama põlluraamatut, kuhu kannab andmed haritava maa pindala, mulla omaduste, saagi, kasutatavate väetiste ja taimekaitsevahendite liikide ja koguste ning kasutamise aja kohta.
- Et teada sõnnikus sisalduvate toitainete hulka, on otstarbekas lasta teha sõnniku analüüs.
- Väetamisplaani üheks osaks on vajadusel vedelsõnniku laotamisplaan.
- Üle 300 loomühiku loomi pidav isik, kes kasutab loomapidamishoones vedelsõnnikutehnoloogiat, või isik, kes lepingu alusel laotab 300-le loomühikule vastava koguse loomade vedelsõnnikut, peab koostama enne vedelsõnniku laotamist vedelsõnniku laotamisplaani.
- Taimede poolt kasutamata jäänud nitraatlämmastik ei säili mullas, vaid leostub suurel määral veekeskkonda.
- Lämmastiku normi tuleks vähendada:
 - paiklikul väetamisel 15...20%;
 - kui eelviljaks on raps, rüps – 10 kg/ha, hernes – 15 kg/ha, ristik – 20 kg/ha ja lutsern – 40 kg/ha;

- kui eelvili on saanud orgaanilisi väetisi, tuleb arvestada orgaaniliste väetiste järelmõjuga ning selle võrra lämmastiku normi vähendada.
- Keskkonnasäästlikul majandamisel on soovitatav koostada ettevõtte põllumaaade lämmastikubilanss, mille alusel saab hinnata põhjavee reostumise ohtu nitraatiooniga.

Sõnniku keskkonnasäästlik kasutamine

- Sõnniku käitlemisel tuleb läbi mõelda kogu tegevus sõnniku liikumisel laudast hoidlasse, sõnniku hoidmisel, transpordil ja põllule laotamisel.
- Kõikidel loomapidamishoonetel, kus peetakse üle 10 loomühiku (LÜ) loomi, peab olema lähtuvalt sõnnikuliigist sõnnikuhoidla või sõnniku- ja virtsahoidla.
- Sõnniku hoidmise ja kasutamise tehnoloogia valikul tuleb silmas pidada majanduslikke ja keskkonnakaitselisi eesmärke.
- Sõnnikukäitlussüsteemi valikul tuleb läbi mõelda järgmised küsimused:
 - milline tehnoloogia häirib võimalikult vähe loomalauda, sõnnikuhoildate ja sõnniku laotamiseks kasutatavate põldude naabruses elavaid inimesi;
 - milline tehnoloogia võimaldab täita kohustuslikke keskkonnanõudeid ja vältida joogiveeallikate, põhjavee ning veekogude reostumist;
 - kas süsteemi väljaehitamine on teostatav ning majanduslikult võimalik;
 - kas sõnniku laotamiseks on piisavalt põllukultuuride kasvatamiseks kasutatavat maad;
 - kas vajalik sõnnikulaotustehnika ning laotamiskulud on majanduslikult vastuvõetavad;
 - kas sõnnikukäitlussüsteem aitab tõhusalt ära kasutada sõnniku taimetoitained ja parandada mullaviljakust.
- Lautades, kus loomi peetakse sügavallapanul ning tingimusel, et laut võimaldab säilitada aastase sõnnikukoguse, ei ole sõnniku- ja virtsahoidlat vaja. Seejuures peavad sõnnikuga kokkupuutuvad konstruktsioonid vastama sõnnikuhoildatele esitatavatele nõuetele.
- Kui sõnnikuhoidla kuulub 1. jaanuaril 2002. a kasutusel olnud loomakasvatushoone juurde, kus peetakse üle kümne loomühiku loomi ja see asub nitraaditundlikul alal, peavad sõnnikuhoildad 31. detsembriks 2008. a vastama järgmistele nõuetele:
 - hoidlad/rennid peavad olema lekkekindlad;
 - virtsa- ja vedelsõnnikuhoildad peavad olema kaetud;
 - sademe- ja põhja- ega pinnavesi ei tohi valguda hoidlasse.
- Kui sõnnikuhoidla kuulub 1. jaanuaril 2002. a kasutusel olnud loomakasvatushoone juurde, kus peetakse üle 10 loomühiku loomi ja see asub väljaspool nitraaditundlikku ala, peavad eelpool nimetatud esimesed kaks nõuet olema täidetud 1. jaanuariks 2010.
- Kõik sõnnikuhoildad peavad lekete võimalikult kiireks avastamiseks ja reostuse vältimiseks olema varustatud ringdrenaažiga.
- Sõnnikuhoidla on soovitatav rajada alale, kus põhjavee tase on sõnnikuhoidla põhjast aastaringselt sügavamal.
- Maapinna planeering peab välistama pinnavee sattumise hoidlasse. Kui hoidla asub lauda seina vahetus läheduses, tuleb katuselt allavalguv vesi suunata vihmaveerennide abil hoidlast eemale.
- Kui sõnnikuhoildal puudub katus, tuleb virtsahoidla mahutavuse leidmisel võtta arvesse ka tahesõnnikuhoildasse sattuvate sademete hulka.
- Tahesõnnikuhoidla juurde, sõltumata hoidla suurusest, tuleb rajada eraldi virtsahoidla, kuhu kogutakse sõnnikust väljaimbunud vedelikud (uriin, lauda tehnoloogiline vesi, tahesõnniku hulka sattuvad sademed jms).
- Paljude puuduste tõttu ei saa poolvedela sõnniku hoidla süsteemi soovitatavaks pidada, sest poolvedelat sõnnikut on väga raske laadida (vajab kruvipumpa või koppa), transportida (voolab tahesõnnikulaoturi kastist maha) ning ühtlaselt laotada.
- Poolvedela sõnniku hoidla mahutavuse arvutamisel võib aluseks võtta vedelsõnniku hoildate kohta kehtivad nõuded.
- Poolvedela sõnniku hoidla põrand ja seinad peavad olema veekindlad. Maksimaalne ladustamiskõrgus võrdub sõnnikuhoidla seina kõrgusega (ca 1 m). Tingituna poolvedela sõnniku suhtelisest voolavusest peab hoidla olema piiratud kõigist neljast küljest või paiknema süvendis (nn laguuntüüpi hoidlad).

- Vedelsõnniku ja virtsa hoiustamiseks sobivad raudbetoonist ja terasest (emailiga kaetav teras või roostevaba teras) hoidlad ning HDPE kilest või kummimaterjalist laguunid. Viimased sobivad eelkõige veiste vedelsõnniku hoiustamiseks.
- Plastikuga vooderdatud laguunid ei sobi sigade vedelsõnniku hoiustamiseks.
- Vedelsõnnikuhoidla planeerimisel tuleb alati lähtuda täitmis-, segamis- ja tühjendamistehnoloogia tarnija(te) tehnilistest juhenditest.
- Hoidla tuleb ehitada laudale ja tahesõnnikuhoidlale (virtsa puhul) võimalikult lähedale, et torustikud oleksid lühemad.
- Vedelsõnnikuhoidla täitmine peab toimuma põhjast.
- Vedelsõnnikuhoidlale esitatavad nõuded on järgmised:
 - stabiilne mahuti, mis suudab vastu seista mehhaanilistele, keemilistele ja soojuslikele mõjutustele;
 - hoidlat peab regulaarselt tühjendama, inspekteerima ja hooldama (soovitavalt igal aastal, selleks peaks hoidla koosnema vähemalt kahest osast);
 - kõik väljavoolud mahutist peavad olema suletavad järjestikku dubleeritud siibritega;
 - vedelsõnnikut segatakse ainult vahetult enne hoidla tühjendamist ja laotamist põllule;
 - erakorraliste sademete või muude ettenägematute olukordade puhul ohutuse tagamiseks tuleb raudbetoonist või terasest sõnnikumahuti täitumine projekteerida 30 cm varuga hoidla ülaservast, laguunide puhul 60 cm hoidla ülaservast;
 - mahuteid peaks olema vähemalt kaks, et vältida värske vedelsõnniku laotamist põldudele ja vähemalt korra aastas oleks võimalik hoidla tühjendada ja kontrollida selle lekkekindlust.
 - Virtsa- ja vedelsõnnikuhoidlate katmiseks sobivad näiteks 10 cm paksune kergkruusa- või hekselpõhu kiht, 0,5 cm paksune rapsiõli kiht, ujuv membraankate, õhutihe telkkatus või muu lahendus.
- Põllumajandusloomade pidamisel peab sõnnikuhoidla või sõnniku- ja virtsahoidla mahutama vähemalt nende kaheksa kuu sõnniku ja virtsa.
- Sõnniku hoidmine põllul sõnnikuaunas on lubatud sellises mahus, mis ei ületa ühe vegetatsiooniperioodi kasutuskogust. Sõnnikuauna ei tohi kahel teineteisele järgneval aastal paigutada samasse kohta.
- Sõnnikuaun peab olema veekogust või allikast või karstilehtrist kaugemal kui 100 meetrit.

Lisa 2

Perioodil 01.01.2018-30.11.2018²⁷ kehtinud Veeseaduse (RT I, 04.07.2017, 50) paragrahvide ja lõigete väljavõtte, mis vähemalt osaliselt kattuvad raamjuhendi²⁸ ja ammoniaagijuhendi²⁹ soovitatud meetmetega ning otseselt või kaudselt toetavad ammoniaagi heitkoguse vähendamist.

§ 26¹. Valgala kaitse põllumajandustootmisest pärineva reostuse eest

(1) Põhja- ja pinnavee kaitseks põllumajandustootmisest pärineva reostuse (edaspidi põllumajandusreostus) ennetamiseks ja piiramiseks kehtestab Vabariigi Valitsus määrusega sõnniku, silomahla ja muude väetiste kasutamise ja hoidmise nõuded ning nende nõuete täitmise kontrollimise meetmed.

(1¹) Väetis käesoleva seaduse tähenduses on selline aine või valmistis, mille kasutamise eesmärk on kasvatatavate taimede varustamine toitainetega. Käesoleva seaduse tähenduses loetakse väetiseks ka sõnnik, virts, silomahl, kompost ning muud väetamiseks kasutatavad orgaanilised taimse või loomse päritoluga ained, mis otse või töödeldult mulda viiakse.

(1²) Eri tüüpi sõnniku toitainete sisalduse arvestuslikud väärtused ning sõnnikuhoidlate mahu arvutamise meetodika kehtestab valdkonna eest vastutav minister määrusega.

(1³) Sõnnik käesoleva seaduse tähenduses on loomaväljaheited ning loomaväljaheidete ja allapanu segu, sealhulgas töödeldult.

(3) Põllumajandusega tegeleval isikul on soovitatav järgida head põllumajandustava. Hea põllumajandustava on käesoleva seaduse tähenduses üldtunnustatud tootmisvõtted ja -viisid, mille järgimise korral ei teki ohtu keskkonnale.

(4) Väetistega on lubatud anda põllumajanduskultuuridele aastas selline kasvuks vajalik kogus lämmastikku haritava maa ühe hektari kohta, mis on kehtestatud käesoleva paragrahvi lõike 1 alusel.

(4¹) Sõnnikuga on lubatud anda haritava maa ühe hektari kohta kuni 170 kg lämmastikku aastas, sealhulgas loomade karjatamisel maale jäävas sõnnikus sisalduv lämmastik.

(4⁴) Lämmastikku sisaldavaid mineraalväetisi ei tohi laotada 15. oktoobrist kuni 20. märtsini ja vedelsõnnikut ei tohi laotada 15. novembrist kuni 20. märtsini ega muul ajal, kui maapind on kaetud lumega, külmunud või perioodiliselt üle ujutatud või veega küllastunud.

(4⁵) Kasvavate kultuurideta põllul tuleb sõnnik pärast laotamist mulda viia 48 tunni jooksul.

(4⁶) Kasvavate kultuuridega kaetud haritavale maale tohib 1. novembrist kuni 30. novembrini laotada sõnnikut juhul, kui see 48 tunni jooksul mulda viiakse.

(4⁷) Tahe- ja sügavallapanusõnnikut ning muid orgaanilisi väetisi ei tohi laotada 1. detsembrist kuni 20. märtsini ega muul ajal, kui maapind on kaetud lumega, külmunud või perioodiliselt üle ujutatud või veega küllastunud.

(4⁹) Looduslikul rohumaal on keelatud kasutada väetisi, välja arvatud loomade karjatamisel maale jäävas sõnnikus sisalduv lämmastik ja fosfor, mille kogus ei tohi ületada käesoleva paragrahvi lõigetes 4¹ ja 4⁸ sätestatud lämmastiku ja fosfori piirnorme.

²⁷ Perioodil 04.03.2019-30.09.2019 kehtiva Veeseaduse järgi § 26¹: (4⁴) Lämmastikku sisaldavaid mineraalväetisi ei tohi laotada 15. oktoobrist kuni 20. märtsini ja vedelsõnnikut ei tohi laotada 1. novembrist kuni 20. märtsini ega muul ajal, kui maapind on kaetud lumega, külmunud või perioodiliselt üle ujutatud või veega küllastunud; (4¹⁵) Käesoleva paragrahvi lõikes 44 sätestatud vedelsõnniku laotuskeelu alguse võib Keskkonnaamet, arvestades ilmastiku- ja vegetatsioonitingimusi, kehtestada alates 15. oktoobrist; (14) Põllumajandusega tegelev isik, kes kasutab 50 ja rohkem hektarit haritavat maad ning kasutab lämmastikku sisaldavaid väetisi, koostab igal aastal enne külvi või mitmeaastase kultuuri korral enne vegetatsiooniperioodi algust väetamisplaani. (RT I, 22.02.2019, 32)

²⁸ ÜRO Euroopa Majanduskomisjoni 2014. aasta hea põllumajandustava raamjuhend ammoniaagi heitkoguste vähendamiseks.

²⁹ Ajakohastatud ÜRO Euroopa Majanduskomisjoni juhenddokument aastast 2014 põllumajandusest pärineva ammoniaagi heitkoguste ennetamise ja vähendamise kohta.

(4¹⁴) Vedelsõnniku paisklaotamine on keelatud 20. septembrist kuni 20. märtsini ja muul ajal, kui maapind on kaetud lumega, külmunud või perioodiliselt üle ujutatud või veega küllastunud.

(4¹⁵) Käesoleva paragrahvi lõikes 4⁴ sätestatud vedelsõnniku laotuskeelu alguse võib Keskkonnaamet, arvestades ilmastiku- ja vegetatsioonitingimusi, kehtestada alates 1. novembrist.

(6) Põllumajandusmaa ühe hektari kohta tohib pidada aasta keskmisena kuni kahele loomühikule vastaval hulgal loomi. Rohkem kui kahele loomühikule vastaval hulgal loomi ühe hektari kohta tohib pidada nõuetekohase mahutavusega sõnnikuhoidla või sõnniku- ja virtsahoidla ning sõnniku laotamislepingu või ostu-müügilepingu olemasolu korral. Põllumajandusloomade loomühikuteks ümberarvutamise koefitsiendid kehtestab valdkonna eest vastutav minister määrusega.

(7) Valdkonna eest vastutav minister võib määrusega kehtestada põlluraamatusse kantavate täpsustatud andmete loetelu.

(8) Põllumajandusega tegelev isik peab pidama põlluraamatut, millesse tuleb muu hulgas kanda järgmised andmed:

- 1) nimi ja isikukood või äriregistri või maksukohustuslaste registri kood;
- 2) põllumassiivide loetelu, sealhulgas põllumassiivi kaart mõõtkavas 1 : 10 000, väiksemate kui 0,5 hektari suuruste põllumassiivide korral põllumassiivi kaart mõõtkavas 1 : 5000 või nende puudumisel katastrikaart või muu sobiv kaardimaterjal;
- 3) põllu number ja pindala;
- 4) põllul kasvatatav taimekultuur, taimeliik või muu põllumajandusmaa kasutamise viis;
- 5) loomade karjatamise korral andmed karjatamisperioodi, karjatatud loomade liigi ja arvu, karjamaa asukoha ning pindala kohta;
- 6) väetiste, sealhulgas kasutatud tahe- ja vedelsõnniku kogused, nende lämmastiku- ja fosforisisaldus, kasutamise aeg ning kasutatud meliorantide nimetus ja kogus;
- 7) sõnnikuauna moodustamise alguse ja lõpu kuupäev, aunast sõnniku või komposti laotamise kuupäev ning sõnnikuauna paiknemise koht põllumassiivi kaardil;
- 8) taimekaitseseaduse § 78 lõikes 6 nimetatud andmed;
- 9) tehtud töö kuupäev;
- 10) käesoleva paragrahvi lõike 1 alusel kehtestatud väetise kasutamise nõuetes nimetatud asjakohaste kultuuride koristusjärgne tegelik saagikus.

(9) Käesoleva paragrahvi lõike 8 punktides 4–10 nimetatud andmed kantakse põlluraamatusse iga põllu kohta.

(14) Põllumajandusega tegelev isik, kes kasutab 100 ja rohkem hektarit haritavat maad ning kasutab lämmastikku sisaldavaid väetisi, koostab igal aastal enne külvi või mitmeaastase kultuuri korral enne vegetatsiooniperioodi algust väetamisplaani.

(15) Väetamisplaani kantakse järgmised andmed:

- 1) kasvatatav kultuur ja selle planeeritav saak;
- 2) kasutada planeeritud väetise liik ja kogus ning taimede omastatava lämmastiku sisaldus väetises;
- 3) kasvatatava kultuuri ning selle planeeritava saagi saamiseks vajaliku lämmastiku tarve käesoleva paragrahvi lõike 1 alusel kehtestatud asjakohaste nõuete järgi;
- 4) eelkultuuri mõju käesoleva paragrahvi lõike 1 alusel kehtestatud asjakohaste nõuete järgi;
- 5) sõnniku järelmõju käesoleva paragrahvi lõike 1 alusel kehtestatud asjakohaste nõuete järgi.

(16) Väetamisplaani võib pidada põlluraamatus.

§ 26². Sõnniku ja virtsa hoidmise nõuded

(1) Kõikidel loomapidamishoonetel, kus peetakse üle 10 loomühiku loomi, peab olema lähtuvalt sõnnikuliigist sõnnikuhoidla või sõnniku- ja virtsahoidla.

(2) Sõnnikuhoidla või sõnniku- ja virtsahoidla peab mahutama vähemalt kaheksa kuu sõnniku ja virtsa ning vajaduse korral, sõltuvalt loomapidamishoones kasutatavast tehnoloogiast, ka sealt pärit reovee. Sõnnikuhoidla mahutavuse kalkuleerimisel võib välja arvata loomade poolt karjatamisperioodil karjamaale jäetud sõnniku kogused.

(3) Loomapidamishoonel, kus kasutatakse sügavallapanutehnoloogiat ja mis mahutab käesoleva paragrahvi lõikes 2 nimetatud sõnnikukoguse, ei pea sõnnikuhoidlat olema. Kui loomapidamishoone ei mahuta lõikes 2 nimetatud sõnnikukogust, peab üle jääva koguse jaoks olema seda mahutav hoidla.

(3¹) Kui loomapidaja suunab sõnniku lepingu alusel hoidmisele või töötlemisele teise isiku hoidlasse või töötlemiskohta, peab loomapidamishoone kasutamisel olema tagatud lekkekindla hoidla olemasolu, mis mahutab vähemalt ühe kuu sõnnikukoguse.

(3²) Sõnnikuhoidlad, sõnniku- ja virtsahoidlad ning sügavallapanuga loomapidamishooned peavad olema lekkekindlad ning nende konstruktsioon peab tagama ohutuse ja lekete vältimise hoidla käitamisel, sealhulgas selle täitmisel ja tühjendamisel.

(3³) Kui loomapidamishoones peetavaid loomi on 10 või vähem loomühikut ja seal tekib tahesõnnik või sügavallapanusõnnik, võib tekkivat sõnnikut ajutiselt enne laotamist või auna viimist hoiustada hoone juures veekindla põhjaga alal ja vihmavee eest kaitstult.

(5) Haritaval maal on aunas enne laotamist lubatud hoida kuni kahe kuu jooksul vaid tahesõnnikut, mille kuivainesisaldus on vähemalt 20 protsenti ning mis ei ületa ühe vegetatsiooniperioodi kasutuskogust.

(6) Sügavallapanusõnnikut, mille kuivainesisaldus on vähemalt 25 protsenti ning mille kogus ei ületa ühe vegetatsiooniperioodi kasutuskogust, on aunas lubatud hoida kuni kaheksa kuu jooksul, teavitades sellest Keskkonnaametit vähemalt 14 päeva enne aunastamise alustamist.

(7) Tahe- ja sügavallapanusõnniku ladustamine auna on keelatud 1. novembrist kuni 31. detsembrini.

(8) Sõnnikuaun peab paiknema tasasel maal, vähemalt 50 meetri kaugusel pinnaveekogust, kaevust ja karstilehtrist. Sõnnikuauna ei tohi rajada maaparandussüsteemi drenaažitoru kohale, kaitsmata põhjaveega, liigniiskele ega üleujutatavale alale.

(10) Sõnnikut tohib kompostida eelkõige sõnnikuhoidlas või haritaval maal aunas. Väljaspool ettevõtte sõnnikuhoidlat olevat kompostitava sõnniku kogust ei arvestata sõnnikuhoidla mahutavuse osana.

(11) Aunas on lubatud kompostida ainult sügavallapanusõnnikut, mille kuivainesisaldus on aunastamisel vähemalt 25 protsenti. Kompostitava sõnniku kuivainesisaldus määratakse ühesuguse tehnoloogiaga toodetud sõnnikust tootja kulul enne aunastamise alustamist vähemalt kord kahe aasta jooksul ühest proovist akrediteeritud laborianalüüsi meetodiga.

(12) Sõnniku kompostimise auna moodustamisest tuleb teavitada Keskkonnaametit vähemalt 14 päeva enne aunastamise alustamist.

(13) Kompostimine põllul aunas on lubatud mahus, mis ei ületa samale põllule käesoleva seaduse § 26¹ lõigetes 4¹ ja 4⁸ kehtestatud laotada lubatud toitude piirnorme. Kompostitava sõnniku auna kõrgus auna moodustamise ajal võib olla maksimaalselt 2 meetrit ja auna kuju peab välistama sademete vee kogunemise auna.

(14) Kompostitav sõnnik tuleb aunast põllule laotada hiljemalt 24 kuu jooksul pärast aunastamise alustamist.

(15) Komposti aunast äravedamise järgselt tuleb rohumaal asunud auna alus haljastada hiljemalt järgmise vegetatsiooniperioodi alguseks. Uut kompostitava sõnniku auna ei tohi paigutada samasse kohta laotamise järgselt viiel järjestikusel aastal.

Lisa 3

Hetkel kehtiva (19.08.2016-30.09.2019) määruse nr 288 Veekaitseenõuded väetise- ja sõnnikuhoidlatele ning siloladustamiskohtadele ja sõnniku, silomahla ja muude väetiste kasutamise ja hoidmise nõuded (RT I, 16.08.2016, 6) paragrahvide ja lõigete väljavõte, mis vähemalt osaliselt kattuvad raamjuhendi³⁰ ja ammoniaagijuhendi³¹ soovitatud meetmetega ning otseselt või kaudselt toetavad ammoniaagi heitkoguse vähendamist.

§ 2. Veekaitseenõuded tahke mineraalväetise hoidlatele

(1) Tahke mineraalväetise hoidla väetisega kokkupuutuvad konstruktsioonid peavad olema lekkekindlad ning nende ehitamisel peab kasutama materjale, mis tagavad lekkekindluse hoidla eksploatatsiooniaja vältel.

(2) Tahke mineraalväetise hoidla peab olema ehitatud nii, et väetis ei satuks sademete või tuule mõjul keskkonda.

(4) Väljaspool tahke mineraalväetise hoidlat tohib tahket mineraalväetist hoida niiskuskindlates kottides pakendatuna või puistena veekindlal alusel ja kaetuna mahus, mis ei ületa ühe vegetatsiooniperioodi kasutuskogust.

§ 3. Veekaitseenõuded vedela mineraalväetise hoidlatele

(1) Lenduvate vedelate mineraalväetiste hoidla peab olema õhukindlalt suletav ja valmistatud rõhkutaluvatest ning vedela mineraalväetise suhtes vastupidavast materjalist.

(2) Vedela mineraalväetise hoidla mahutid peavad olema ümbritsetud piirdega, mis mahuti lekke korral hoiab ära väljavoolava vedela mineraalväetise laialivalgumise.

(3) Juhul kui lõikes 3 nimetatud piirde rajamine pole võimalik, tuleb rajada reservmahuti, mis täitub isevoolu teel ja mille maht on võrdne suurima mahuti mahuga.

§ 5. Veekaitseenõuded sõnniku- ja virtsahoidlatele

(1) Sõnnikuhoidla ja -rennid peavad olema ehitatud nii, et sademed ja pinna- ning põhjavesi ei valguks sõnnikuhoidlasse.

(2) Vedelsõnniku- ja virtsahoidla peab ammoniaagi lendumise vähendamiseks olema kaetud.

(3) Sõnnikuhoidla ja -rennid peavad olema lekkekindlad. Ehitamisel peab kasutama materjale, mis tagavad lekkekindluse hoidla eksploatatsiooniaja vältel.

(5) Loomapidamishoones tekkivat reovett võib juhtida vedelsõnniku- või virtsahoidlasse või käidelda seda muul seadusega ettenähtud viisil.

§ 6. Sõnniku hoidmine põllul

(1) Sõnnikuaunana käsitatakse „Veeseaduse” tähenduses käesolevas määruses kehtestatud nõuete kohaselt hoitavat sõnnikut.

(2) Sõnnikuaun peab olema kaetud vettpidava materjaliga või vähemalt 20 cm paksuse turba-, põhu-, mulla-, saepuru- või puitlaastukihiga.

(3) Sõnnikuauna ei tohi kahel teineteisele järgneval aastal paigutada samasse kohta.

(5) Sõnnikuaunas ladustatava tahesõnniku kuivainesisaldus peab olema vähemalt 20 protsenti ning sügavallapanusõnnikul vähemalt 25 protsenti.

(6) Kui sõnnikut säilitatakse aunas kauem kui kaks nädalat, tuleb ladustamiskoha pinnas enne ladustamist katta lekkekindla või vedelikke imava materjaliga, nagu vähemalt 20 cm paksune turba- või põhukiht. Nõue ei kehti sügavallapanusõnnikule, mis vastab määruse § 4 lõikes 3 sätestatule.

³⁰ ÜRO Euroopa Majanduskomisjoni 2014. aasta hea põllumajandustava raamjuhend ammoniaagi heitkoguste vähendamiseks.

³¹ Ajakohastatud ÜRO Euroopa Majanduskomisjoni juhenddokument aastast 2014 põllumajandusest pärineva ammoniaagi heitkoguste ennetamise ja vähendamise kohta.

§ 8¹. Lämmastikku sisaldava väetise kasutamise üldnõuded

(1) Lämmastikku sisaldava väetisega antava lämmastiku kogus ei tohi ületada kogust, mis on vajalik kasvatatava kultuuri planeeritava saagi saamiseks.

(2) Lämmastikku sisaldava väetisega väetamise planeerimisel ja väetamisel tuleb arvestada:

- 1) kasvatatava kultuuri ning selle planeeritava saagi saamiseks vajaliku lämmastiku tarvet käesoleva määruse lisa 1 järgi;
- 2) eelkultuuri mõju käesoleva määruse lisa 2 järgi;
- 3) sõnniku järelmõju käesoleva määruse lisa 3 järgi.

§ 9. Mineraalväetise vedu

(1) Mineraalväetise veol peab vedaja hoidma ära mineraalväetise keskkonda sattumise.

(2) Pakendamata mineraalväetise veol peab väetis olema kaitstud sademete ja tuule eest.

§ 11. Sõnnikuvedu

Sõnnikuveol peab vedaja ära hoidma sõnniku keskkonda sattumise.

§ 12. Sõnnikuga väetamine

(1) Sõnnikut ei tohi laotada lumele ja külmunud maale.

(2) Üle 300 loomühiku loomi pidav isik (edaspidi loomapidaja), kes kasutab loomapidamishoones vedelsõnnikutehnoloogiat, või isik, kes lepingu alusel laotab 300-le loomühikule vastava koguse loomade vedelsõnnikut, koostab enne vedelsõnniku laotamist vedelsõnniku laotamisplaani, milles näidatakse laotatav vedelsõnniku kogus, laotusala pindala, laotamisviisid, laotusala põhjavee kaitstus, laotusalal asuvad pinnaveekogud ja veehaarded.

§ 14. Määruse rakendamine

(1¹) Kui sõnnikuhoidla kuulub alates 1. jaanuarist 2002. a kasutusel olnud sellise loomakasvatushoone juurde, kus peetakse üle viie loomühiku loomi, ja asub nitraaditundlikul alal, tuleb § 5 lõikes 2 sätestatud nõue täita 1. jaanuariks 2015. a.

(4) Kui sõnnikuhoidla kuulub alates 1. jaanuarist 2002. a kasutusel olnud sellise loomakasvatushoone juurde, kus peetakse üle 10 loomühiku loomi, ja asub väljaspool nitraaditundlikku ala, tuleb § 5 lõikes 2 sätestatud nõue täita 1. jaanuariks 2015. a.